

## **Task Allocation with BPM Tool**

Romana Maria Castanheira Lobo Ferreirinha Marques

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

### **Engenharia Informática e de Computadores**

Orientadores: Prof. Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa

Dr. Filipe Mendes Correia

### **Júri**

Presidente: Prof. José Luís Brinquete Borbinha

Orientador: Prof. Prof. Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa

Vogal: Prof. Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro

**Maió 2022**



# Abstract

The recent evolution of business processes has given importance to the concept of resource allocation to tasks. Once understood the idea that business processes are indispensable for organizations to achieve their objectives, the need to ensure an effective allocation of resources arises. This work aims to develop a solution for an automatic allocation of tasks to resources, which considers a set of factors associated with its execution, in the context of a document management and workflow product, edoclink.

**Palavras-chave:** Task Allocation, Business Process, edoclink, Resource Allocation Metrics.



# Resumo

A recente evolução dos processos de negócio veio conferir importância ao conceito de alocação de recursos a tarefas. Uma vez compreendida a ideia de que os processos de negócio são indispensáveis para que as organizações atinjam os seus objetivos, surge a necessidade de garantir uma alocação eficaz de recursos. Este trabalho visa o desenvolvimento de uma solução para uma alocação automática de tarefas a recursos, que tem em consideração um conjunto de fatores associado à sua execução, no contexto de um produto de gestão documental e workflow, o edoclink.

**Palavras-chave:** Alocação de Tarefas, Processos de Negócio, edoclink, Métricas de Alocação de Tarefas.



# Acknowledgments

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao professor Pedro Sousa e ao engenheiro Filipe Correia por me terem guiado e ajudado no decurso deste trabalho. Também gostaria de agradecer às equipas de produto e de consultoria do edoclink da Link Consulting que foram incansáveis, procurando sempre apoiar-me e motivar-me para o sucesso deste projeto. Um agradecimento especial, sentido, ao Filipe, com quem aprendi muitíssimo. Sempre disponível e paciente, com uma palavra de conforto.

Este trabalho é dedicado aos meus pais e irmão Duarte, parte fundamental da minha vida. Obrigada por estarem sempre presentes, por serem o maior exemplo que tenho. Obrigada por me desafiarem todos os dias a ser mais e melhor.

À minha mãe e ao meu pai, muito obrigada por todos os sacrifícios que fizeram em favor do meu crescimento e sucesso. Devo-lhes não só a educação extraordinária que tive, como aquilo que sou hoje em dia enquanto mulher. Não existe maior prova de amor do que aquela que fizeram por mim.

Ao meu irmão Duarte, o meu melhor amigo, maior defensor e apoiante. Obrigada por me motivares como ninguém, mas também saberes chamar à razão sempre que achas que deves fazê-lo. Obrigada pelo teu bom-senso peculiar, pelos teus conselhos e por estares sempre presente.

Quero agradecer a todos os amigos que me acompanharam até hoje, especialmente àqueles que resistiram à faculdade comigo. Sem eles, não teria sido possível terminar esta etapa da minha vida.

Por fim, um especial agradecimento ao João, o meu braço direito, o meu pilar, suporte de todas as ocasiões. Desafias-me sempre a seguir os meus sonhos, garantindo que estás lá para mim aconteça o que acontecer.

Obrigada a todos. Sem vocês, não teria sido possível.





# Tabela de Conteúdos

<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Acknowledgments</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabela de Conteúdos</b> .....	<b>9</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>11</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>12</b>
<b>Lista de Acrónimos</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>16</b>
1.1. Contexto .....	16
1.1.1. Conceitos .....	16
1.2. Definição do Problema .....	18
1.3. Objetivos do Trabalho.....	19
1.4. Metodologia de Investigação.....	20
1.5. Estrutura do Documento.....	21
<b>2. Trabalho Relacionado</b> .....	<b>22</b>
2.1. Contexto .....	22
2.1.1. Importância da Alocação de Recursos.....	22
2.1.2. Edoclink .....	22
2.2. Estudos na área .....	24
2.2.1. Resumo do Trabalho Relacionado .....	24
2.3. Análise .....	28
<b>3. Solução Proposta</b> .....	<b>30</b>
3.1. Arquitetura da Solução .....	30
3.2. Métricas para o Algoritmo.....	32
3.3. Algoritmo.....	34
3.3.1. Descrição Funcional .....	34
<b>4. Desenvolvimento da Solução</b> .....	<b>40</b>
4.1. Metodologia de Desenvolvimento edoclink .....	40

4.2.	Componentes Desenvolvidos.....	41
4.2.1.	Categoria Trabalhador.....	41
4.3.	Algoritmo.....	44
4.3.1.	Configuração.....	44
4.3.2.	Stored Procedure.....	46
4.4.	Algoritmo com Realocação.....	51
<b>5.</b>	<b>Demonstração.....</b>	<b>53</b>
5.1.	Simulação.....	53
5.1.1.	Caso de Teste 1.....	54
5.1.2.	Caso de Teste 2.....	59
5.2.	Projeto Cliente.....	65
<b>6.</b>	<b>Avaliação.....</b>	<b>67</b>
<b>7.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>69</b>
7.1.	Contribuições.....	69
7.2.	Trabalho Futuro.....	69
<b>8.</b>	<b>Bibliografia.....</b>	<b>71</b>

# Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Ingredientes de um processo de negócio [1] .....	17
Figura 2 Metodologia DSR aplicada ao contexto do problema .....	20
Figura 3 Arquitetura da Solução .....	31
Figura 4 Esquema do Algoritmo .....	35
<b>Figura 5</b> Dados do Exemplo Prático .....	36
Figura 6 Camadas da Arquitetura que compõem o edoclink .....	41
Figura 7 Categorias do Backoffice .....	42
Figura 8 Associação da categoria ao utilizador .....	43
Figura 9 Botões Importar e Exportar .....	43
Figura 10 Parâmetros no backoffice.....	44
Figura 11 Configuração da alocação automática na etapa de percurso.....	45
Figura 12 Notificação de Reatribuição de Tarefa .....	50
Figura 13 Cenário de Teste: Pedido de Despesa.....	54
Figura 14 Alocação de tarefa automaticamente no edoclink (Sem contemplar realocação) .....	55
Figura 15 Alocação de tarefa automaticamente no edoclink (Com realocação).....	59

# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> Comparação de Métricas Usadas.....	28
Tabela 2 Métrica Disponibilidade.....	37
Tabela 3 Métrica Tempo .....	37
Tabela 4 Métrica Qualidade.....	37
Tabela 5 Métrica Custo.....	38
Tabela 6 Ranking Global .....	38
Tabela 7 Dados Iniciais ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	54
Tabela 8 Rankings sem Realocação ( <i>Caso de Teste 1</i> ) .....	55
Tabela 9 Disponibilidade com Realocação ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	56
Tabela 10 Cenário com Realocação ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	56
Tabela 11 Rankings com realocação para tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	56
Tabela 12 Cenário após realocação da tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	57
Tabela 13 Rankings com realocação para segunda tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> ) .....	57
Tabela 14 Cenário após realocação da segunda tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> ) .	57
Tabela 15 Rankings com realocação para terceira tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> ) .....	58
Tabela 16 Cenário após realocação da terceira tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 1</i> )...	58
Tabela 17 Rankings após realocação das tarefas pendentes ( <i>Caso de Teste 1</i> ).....	58
Tabela 18 Cenário após alocação da tarefa pretendida.....	59
Tabela 19 Dados Iniciais ( <i>Caso de Teste 2</i> ).....	60
Tabela 20 Rankings sem Realocação ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	60
Tabela 21 Disponibilidade com Realocação ( <i>Caso de Teste 2</i> ).....	61
Tabela 22 Cenário com Realocação ( <i>Caso de Teste 2</i> ).....	61
Tabela 23 Rankings com realocação para tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	61

Tabela 24 Cenário após realocação da tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	62
Tabela 25 Rankings com realocação para a segunda tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	62
Tabela 26 Cenário após realocação da segunda tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .	62
Tabela 27 Rankings com realocação para a terceira tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	63
Tabela 28 Cenário após realocação da terceira tarefa pendente há mais tempo ( <i>Caso de Teste 2</i> ) ...	63
Tabela 29 Rankings após realocação das tarefas pendentes ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	63
Tabela 30 Cenário após alocação da tarefa pretendida ( <i>Caso de Teste 2</i> ) .....	64
Tabela 31 Simulação em Bases de Dados de Testes de Clientes edoclink .....	67

# Lista de Acrónimos

<b>BPA</b>	Best Position Algorithm
<b>BPM</b>	Business Process Management
<b>DSRM</b>	Design Science Research Methodology
<b>GA</b>	Genetic Algorithm
<b>ILP</b>	Integer Linear Programming
<b>SLA</b>	Service Level Agreement



# 1. Introdução

Os processos de negócio consistem num dos principais ativos de uma organização, uma vez que têm impacto direto na atratividade de produtos e serviços, determinam tarefas e responsabilidades, assim como o potencial de receita das organizações [1].

A crescente necessidade de globalização e inovação tem vindo a motivar o desenvolvimento dos processos de negócio. Em resposta a este crescimento, um vasto conjunto de ferramentas, técnicas e métodos tem sido desenvolvido [1].

O edoclink é uma solução integrada de gestão documental e *workflow* da Link Consulting. Suporta a especificação e posterior execução de processos, tal como esperado numa solução de **Business Process Management** (BPM).

Com este trabalho, no contexto do edoclink, pretende-se a funcionalidade que permite uma alocação automática de tarefas a recursos, especificando um conjunto de critérios a aplicar.

A elaboração deste trabalho decorrerá na sede da Link Consulting, em Lisboa, na unidade de produto do edoclink.

## 1.1. Contexto

### 1.1.1. Conceitos

A importância do conceito Processo de Negócio tornou-se clara, quer para a comunidade científica, quer para as grandes organizações no mercado. Atualmente, um Processo de Negócio já é visto como um ativo de uma organização, uma “força vital” no processo de tomada de decisão [1].

Entende-se por Processo de Negócio um conjunto de atividades e tarefas que exploram diferentes recursos para atingir um ou mais objetivos [2].

Segundo M.Weske, um Processo de Negócio consiste num conjunto de atividades que são realizadas simultaneamente, num contexto organizacional e técnico. Em conjunto, estas atividades realizam um objetivo de negócio. Cada processo de negócio é executado por uma organização, mas pode interagir com processos de negócio executados por outras [3].

Uma vez compreendido o conceito de Processo de Negócio, surge a necessidade de garantir a sua eficiência e eficácia. O conceito de BPM (Business Process Management) visa ajudar as empresas a melhorar os seus processos de negócios e, assim, permitir que estas atinjam os seus objetivos de negócio no menor tempo, com o menor custo e com a melhor qualidade possível [4].

BPM (Business Process Management): disciplina que envolve uma combinação de modelação, automação, execução, controlo e otimização de fluxos de atividades de negócio, com o propósito de



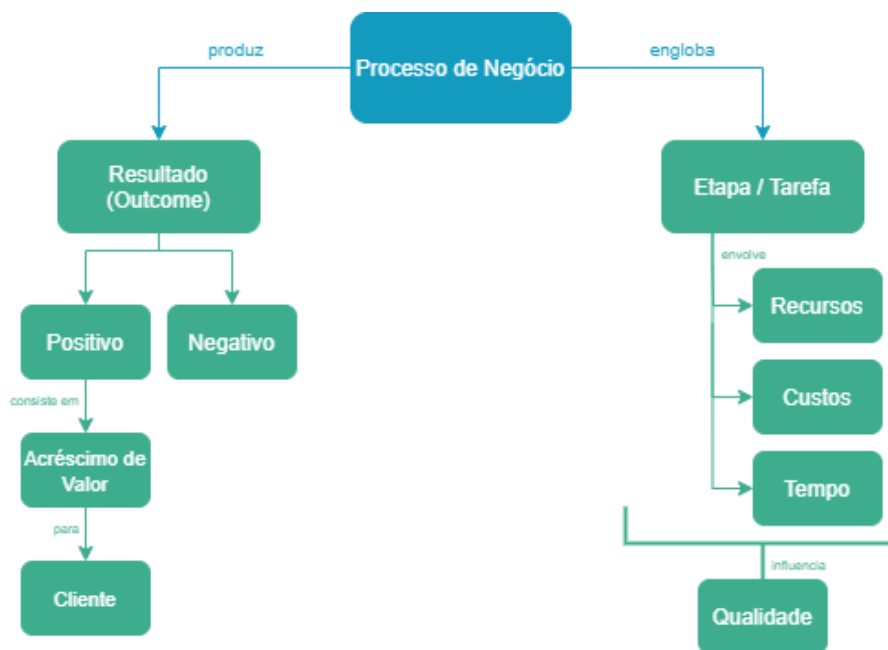
suportar os objetivos do negócio da organização. Tipicamente, as soluções de BPM permitem a automatização de processos de negócio bem definidos e estruturados [3], [5].

Recurso: unidade, humana ou material, que executa uma tarefa de um processo de negócio [2].

Alocação de Recurso: atribuição de um recurso a uma atividade concreta [6].

Tarefa / Atividade: unidade lógica de trabalho de um processo de negócio, que pode ser executada por um conjunto de recursos humanos ou máquinas, dependendo se a tarefa é automatizada ou não [2].

Custo: custo monetário que cada recurso gasta para executar uma tarefa [7]



**Figura 1** Ingredientes de um processo de negócio [1]

Como já vimos, os processos de negócio são indispensáveis para que as organizações atinjam os seus objetivos e forneçam bens e serviços com qualidade [8]. Para tal é necessário que a Alocação de Recursos, isto é, o *match* entre a tarefa de uma instância de processo e o recurso apropriado [2], seja feita de forma eficiente, com um custo mínimo e satisfazendo a restrição de tempo.

Numa situação de recursos caros ou limitados, o desempenho de um dado processo depende inteiramente de uma alocação criteriosa dos recursos. A ineficiência de uma alocação poderia levar à desutilidade de recursos, aumento de custos, grandes atrasos ou baixa qualidade [8]. Uma tarefa executada no momento certo, com os recursos adequados, promove a correta execução do processo de negócio, assim como o cumprimento dos seus objetivos, em termos de tempo, custo e qualidade.

## 1.2. Definição do Problema

A evolução da gestão dos processos de negócio dos últimos anos veio conferir uma justa importância à alocação de recursos. Apreendida a ideia de que os processos de negócio são indispensáveis para que as organizações atinjam os seus objetivos, surgiu uma nova preocupação: a de garantir uma alocação de recursos eficaz, uma vez que se traduz numa melhoria significativa dos processos de negócio [2].

Primeiramente, é necessário perceber que alocar recursos humanos e recursos materiais é diferente. Um recurso humano, isto é, uma pessoa possui características pessoais específicas distintas: capacidades, inteligência, experiência, valores, personalidade e cultura, o que não acontece com um recurso material. De forma a gerir recursos humanos eficazmente, é essencial perceber que estes fatores influenciam a forma como as pessoas se comportam no trabalho [9].

Numa organização, os obstáculos surgem quando tentamos alocar um colaborador a uma tarefa. Nem sempre alocamos a pessoa mais adequada para a tarefa em causa, o que significa que não só está a ser desperdiçado um recurso, como está a ser perdido tempo e comprometido o sucesso da organização [4]

O “recurso mais adequado” depende do objetivo da tarefa em causa e, por isso, este deve ser tido em consideração. Pode pretender-se obter o resultado mais rápido, o resultado mais barato ou o resultado que garante a melhor qualidade. O objetivo pretendido traça indubitavelmente a escolha do recurso mais adequado.

Assim, facilmente percebemos que uma alocação de recursos eficaz consiste numa vantagem competitiva importante para qualquer organização, principalmente para as organizações em que o tempo é crucial e a quantidade de recursos é limitada [2].

O problema deste trabalho incide sobre desenvolver uma solução que seja capaz de dar sempre resposta, num espaço de tempo limitado, e que essa resposta cumpra o SLA em questão.

Após o desenvolvimento da solução, pretende-se que esta integre o módulo de *casetool* do produto **edoclink**.

## 1.3. Objetivos do Trabalho

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma solução para a alocação de recursos humanos a tarefas, no contexto do edoclink, que tenha em consideração um conjunto de fatores associado à execução de tarefas. O edoclink trata-se de uma solução de gestão documental e *workflow*, que se baseia no conceito de tarefa, isto é, atividade que deve ser executada por um dos utilizadores do sistema.

Atualmente, nesta aplicação, sempre que surge uma nova tarefa para ser executada, todos os membros do grupo a quem a tarefa se destina são notificados. Posteriormente, existem duas formas desta tarefa ser tratada: ou um colaborador decide executar a tarefa ou decide reatribuí-la a outro utilizador. A alocação é feita manualmente.

O desenvolvimento desta funcionalidade pretende agilizar o processo de alocação, tornando-o automático, e fazendo-o segundo um conjunto de métricas que serão definidas neste trabalho.

De forma a responder às necessidades existentes em tempo real e, assim, indicar o colaborador mais adequado para a tarefa pretendida, este algoritmo deve procurar ser robusto e rápido, não comprometendo a qualidade do trabalho ou o orçamento disponível. Depois de desenvolvido, o algoritmo será integrado numa futura *release* do produto **edoclink**.

## 1.4. Metodologia de Investigação

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a metodologia Design Science Research (DSRM). Esta metodologia de investigação engloba princípios, práticas e procedimentos, que conduzem os investigadores de Sistemas de Informação na forma como criam e avaliam propostas, de modo a resolverem problemas organizacionais [10], [11].

A metodologia DSR trata-se de um método iterativo que se baseia em seis passos:

1) Identificação do Problema e da sua Motivação – Em primeiro lugar, deve ser garantida uma definição clara do problema, de forma a que se justifique o valor da solução a apresentar, assim como a motivação que conduziu ao desenvolvimento do trabalho.

2) Definição dos objetivos para a Solução – Partindo da definição do problema, devem ser definidos os objetivos a alcançar com o desenvolvimento da solução.

3) Design e Desenvolvimento – Nesta fase, deve ser definida a arquitetura da solução, que engloba as suas funcionalidades e artefactos.

4) Demonstração – Após o desenvolvimento, devem ser realizadas atividades (testes, simulações, casos de estudo) que demonstrem se a solução resolve o problema.

5) Avaliação – Esta fase consiste em observar e medir a capacidade dos artefactos em apoiar a solução na resposta ao problema.

6) Comunicação – O último passo desta metodologia assenta em comunicar o problema, os seus artefactos, o rigor do seu design, assim como a sua relevância e utilidade para o público.



**Figura 2** Metodologia DSR aplicada ao contexto do problema

## 1.5. Estrutura do Documento

Este documento encontra-se dividido em 7 capítulos:

- **Introdução**

Contextualização do trabalho, apresentação do problema abordado e principais objetivos propostos.

- **Trabalho Relacionado**

Descrição dos conceitos utilizados no desenvolvimento do trabalho, bem como uma análise geral da literatura relativa aos tópicos abordados.

- **Solução Proposta**

Apresentação da arquitetura da solução, assim como das métricas que a sustentam. Discussão das principais ideias que conduziram ao desenvolvimento do algoritmo, de um ponto de vista funcional.

- **Desenvolvimento da Solução**

Descrição da solução proposta, de um ponto de vista técnico.

- **Demonstração**

Aplicação da solução proposta, de forma construtiva. Em particular, através de simulação e de um projeto-cliente.

- **Avaliação**

Análise dos resultados obtidos na demonstração.

- **Conclusão**

Discussão das contribuições realizadas a partir do desenvolvimento deste trabalho e apresentação de eventual evolução da solução proposta.

## 2. Trabalho Relacionado

Esta secção apresenta conceitos e definições usados no desenvolvimento deste trabalho, assim como uma visão geral da literatura relacionada com os tópicos abordados.

Inicialmente, vamos discutir a definição de **Processo de Negócio**, que nos permitirá perceber melhor a de **Alocação de Recursos**. Vamos ainda introduzir alguns conceitos relevantes para o tema em questão. Ainda nesta secção, será apresentado o **edoclink** no contexto do nosso problema.

Por fim, será abordada uma perspetiva geral do trabalho científico já elaborado na área, onde se incluem diferentes métricas e algoritmos.

### 2.1. Contexto

#### 2.1.1. Importância da Alocação de Recursos

Como já vimos, os processos de negócio são indispensáveis para que as organizações atinjam os seus objetivos e forneçam bens e serviços com qualidade [8]. Para tal é necessário que a Alocação de Recursos, isto é, o “*match*” entre a tarefa de uma instância de processo e o recurso apropriado [2], seja feita de forma eficiente, com um custo mínimo e satisfazendo a restrição de tempo.

Numa situação de recursos caros ou limitados, o desempenho de um dado processo depende inteiramente de uma alocação criteriosa dos recursos. A ineficiência de uma alocação poderia levar à desutilidade de recursos, aumento de custos, grandes atrasos ou baixa qualidade [8]. Uma tarefa executada no momento certo, com os recursos adequados, promove a correta execução do processo de negócio, assim como o cumprimento dos seus objetivos, em termos de tempo, custo e qualidade.

Alterações ao plano do projeto, variâncias na disponibilidade dos recursos ou alterações das dependências e prioridades são fatores que podem influenciar a alocação dos recursos. A forma como é gerida a alocação dos recursos das organizações difere consoante a sua dimensão. Tipicamente, organizações de menor dimensão tendem a depender em exclusivo do homem, enquanto que organizações com maior expressão depositam esta gestão nos softwares de gestão de projeto, que permitem enormes cargas de trabalho em simultâneo e rastreamento em tempo real [12].

#### 2.1.2. Edoclink

O edoclink é um sistema de gestão documental e *workflow*, que permite a digitalização integral da informação e a automação dos processos de negócio. Tem como principal objetivo a desmaterialização da informação, facilitando a sistematização dos processos e a gestão inteiramente digital do ciclo e vida da informação [13].

Este sistema segue uma abordagem específica para a gestão de documentos, que assenta sobre três principais conceitos: Registo, Distribuição e Processo.

O conceito de Registo engloba um conjunto de metadados, que estão associados a documentos, e que permitem a sua identificação e pesquisa. Uma Distribuição trata-se de conjunto de atividades que constituem um processo de tomada de decisão, no qual intervém um conjunto de utilizadores. Um Processo agrupa os dois conceitos anteriores, com o objetivo organizar da documentação.

Funcionalmente, o edoclink divide-se em arquivo documental e *workflow*. A primeira parte foca-se concretamente na gestão do documento: registo, indexação e consulta; controlo de acessos; assinaturas eletrónicas, processos, subprocessos e separadores. A segunda foca-se no modo como os documentos são tratados, isto é, os percursos que estes fazem, os prazos envolventes e o histórico.

Concretamente, para a questão que pretendemos abordar, interessa-nos refletir sobre o modo como é feita a alocação de tarefas no edoclink. Neste contexto, cada tarefa pode ser alocada a um grupo ou a um utilizador. Contudo, para este trabalho, interessa-nos somente considerar os casos em que temos grupos, de forma a simplificar este tipo de alocação e, assim, transformá-la numa alocação direta a um utilizador.

Até à data, sempre que surge uma nova tarefa para ser executada, existem duas formas de proceder à sua alocação: pelo próprio colaborador ou por terceiros, ou seja, ou o próprio colaborador decide que vai executar aquela tarefa, ou um colaborador decide alocar essa tarefa a um outro colaborador.

Assim, todos os colaboradores que podem intervir na execução de uma dada tarefa recebem uma notificação assim que esta surge. Posteriormente, procede-se à alocação manual.

Este contexto, para além de pouco eficiente, pode conduzir a situações desequilibradas, irregulares e que dificultam a normal execução dos processos de negócio, tais como a superalocação (e consequente subalocação) de recursos, atrasos na execução de processos, tarefas por alocar ou até mesmo processos que entram em situações de ciclo infinito.

## 2.2. Estudos na área

Nesta secção visa analisar de forma geral o trabalho científico relacionado com o tópico do trabalho.

### 2.2.1. Resumo do Trabalho Relacionado

Dependendo do objetivo pretendido, a **Alocação de Recursos** pode ser feita sob diferentes perspetivas, desde que garanta uma gestão eficiente dos mesmos.

Desde início, suscitou-nos a ideia de que a solução para este problema poderia passar pelos conhecidos **Algoritmos de Procura**, tais como o Algoritmo *Simplex*. Este tipo de algoritmos simples, que se baseia em programação linear, permite que se encontrem valores ideais em situações em que vários aspetos precisam de ser considerados [14]. Para um dado problema, são estabelecidas inequações, que representam restrições para as variáveis, a partir das quais se testa as possíveis formas de otimizar o resultado mais rapidamente. As inequações são compostas pelas variáveis e pela função objetivo, que se relaciona com as variáveis através de coeficientes, que mostram a proporcionalidade entre as variáveis. De entre as possibilidades de valores para as variáveis que atendam às restrições, o algoritmo deve encontrar aqueles que dão à função objetivo o maior total possível.

O nosso problema de alocação de tarefas a colaboradores considera a possibilidade de realocação de tarefas, isto é, quando surge uma nova tarefa para ser executada, é recalculada a alocação de todas as tarefas que cuja execução ainda não se tenha iniciado. Estamos perante um problema cujas variáveis estão em constante mudança, o que torna esta abordagem pouco consistente e confusa, com resultados instáveis.

Existem diferentes abordagens, mais sólidas, para este problema, entre as quais a de Abir Ismaili-Alaoui [2], a de Michael Arias [15], a de Jiajie Xu [7], a de Jorge Munoz-Gama [16].

Em [2], pretende gerir-se eficientemente a alocação de recursos humanos e o consumo de tempo, que podem tornar-se vantagens competitivas importantes para uma organização. Aquando da escolha de um recurso humano para um dado evento, são tidos em conta aspetos como a disponibilidade, a competência, a antiguidade e a confiabilidade.

A solução apresentada por Ismaili-Alaoui visa manter o equilíbrio entre a prioridade dos eventos, o **tempo**, a **qualidade** de serviço e a **disponibilidade**. Numa primeira etapa, estima-se a prioridade das várias instâncias dos processos de negócio, com base na criticidade dos eventos que iniciaram essas instâncias. São analisados dados históricos de execução de processos anteriores. Através de algoritmos *machine learning* (não supervisionados), é garantido um *cluster* dinâmico de eventos e estimada a prioridade desses eventos e das suas respetivas instâncias. A prioridade mais elevada é atribuída ao *cluster* detentor da tarefa mais crítica. Numa segunda fase, é utilizado um algoritmo



genético (GA) para resolver o problema da otimização, que visa atribuir o recurso humano mais adequado a cada tarefa, tendo em conta as suas prioridades e respeitando as restrições existentes.

A proposta de Ismaili-Alaoui [2] assenta sobre três conceitos fundamentais:

- **Prioridade:** definida pela criticidade do evento que dispara a instância).
- **Disponibilidade** dos Recursos Humanos: que pode ser inicial (relacionada com o SLA entre o recurso e a organização) ou no tempo (tem em consideração um sistema online que mostra a disponibilidade de cada recurso).
- **Confiabilidade:** taxa de erro de um recurso humano, calculada com base no número de erros cometido por este durante um intervalo de tempo.

Em [15], a alocação de recursos é baseada em *process mining*. Primeiramente, é de realçar que a alocação é feita ao nível de subprocessos, isto é, tarefas, e não a nível de processos de negócio completos. Neste trabalho, são tidos em consideração seis critérios distintos para alocar recursos: **frequência, performance, qualidade, custo, experiência e volume de trabalho**. Estas métricas são usadas sobre um *process resource cube* extensível, flexível e que nos permite retirar informações sobre *logs* de processos anteriores.

A proposta apresentada por Michael Arias [15] tem como objetivo criar um “ranking” de recursos, considerando cada uma das seis dimensões. Em primeiro lugar, é atribuído um peso a cada dimensão, que diz respeito à sua importância para a alocação em causa. Para cada dimensão, é criada uma lista ordenada de recursos. Cada recurso tem uma pontuação, que dita a sua ordenação na lista. Assim, os recursos que detiverem os primeiros lugares de uma lista serão considerados os mais adequados, dentro de uma dimensão. Posteriormente, aplica-se o algoritmo *Best Position Algorithm* (BPA) [17] a todas as listas, tendo em conta o peso definido para cada dimensão. O BPA calcula a “pontuação geral” de cada recurso para obter o melhor resultado. O *output* deste algoritmo é uma lista ordenada onde a pontuação geral final de cada recurso é armazenada. Assim sendo, o primeiro valor dessa lista representa o recurso cuja pontuação geral foi mais elevada e, portanto, será a melhor opção para a alocação.

Em [7], são exploradas as características estruturais dos processos de negócio como forma de melhor ajustar os recursos disponíveis numa organização. Em primeiro lugar, discute-se os conceitos de recurso, *role*, custo, tarefa e processo de negócio. Posteriormente, define-se que **tempo e custo** são os critérios a ter em conta na alocação de recursos. São usadas as estruturas de dados: Tabela de Funções, Tabela de Capacidades, Tabela de Alocação (Tarefa, Role, Recurso, Tempo de Início, Tempo de Fim) e Tabela de Caminho (Caminho, Conjunto de Tarefas, Tempo desde nó inicial ao final).

Jiajie Xu define um conjunto de três regras básicas:

1. Um recurso só pode estar alocado a uma tarefa, isto é, não pode haver uma alocação simultânea. Quando esta regra é violada, estamos perante um conflito de alocação de recursos.
2. O tempo de execução geral de um processo não pode exceder o limite de tempo. Se esta regra for violada, os recursos deverão ser realocados para encurtar o tempo do processo.

3. Sempre que possível, a despesa para a execução de um processo de negócio deve ser mínima. Esta regra consiste no objetivo de otimização deste trabalho.

Numa primeira fase, aplica-se a Estratégia de Alocação Básica, que visa a minimização dos custos, sem considerar o fator tempo. Cada tarefa é alocada a uma função de gasto mínimo e a tabela de alocação é atualizada de acordo com as alocações de recurso. Nesta etapa, é possível que um recurso seja alocado a mais do que uma tarefa. Posteriormente, os conflitos de alocação são tratados através de uma realocação.

Numa segunda fase, nos casos em que, mesmo após a realocação, a regra 2 não é satisfeita ou a alocação precisa de ter o fator tempo em consideração, aplica-se a Estratégia de Ajuste. É usado um índice de compensação que tem em conta os fatores de tempo e despesa. Quanto mais alto for este índice para cada recurso, mais adequado para uma tarefa ele é.

Em [16], a Alocação Dinâmica de Recursos é, desde logo, identificada como um dos grandes desafios dos processos de negócio. A nível operacional, são necessários métodos de alocação flexíveis, que considerem diferentes critérios e permitam múltiplas alocações em simultâneo.

Neste artigo, Jorge Munoz-Gama, juntamente com Michael Arias, apresenta uma *framework* baseada em critérios multifatoriais, capaz de recomendar os recursos mais adequados para a execução de diferentes tarefas, considerados solicitações individuais (uma única tarefa para executar) e solicitações feitas em bloco (conjunto de tarefas para executar em simultâneo).

Jorge Munoz-Gama aborda o tópico da alocação de recursos de forma diferente dos restantes, na medida em que distingue desde início os conceitos de Alocação e de Recomendação de Recursos. Alocação de Recursos diz respeito ao ato de atribuir a um recurso a execução de uma tarefa, tendo por base um certo contexto. Já a Recomendação de Recursos não envolve o retorno de um resultado específico, mas sim o retorno de uma lista ordenada de recursos, do mais ao menos indicado para execução da tarefa em questão.

A proposta de alocação de recursos de Munoz-Gama assenta sobre as seguintes métricas:

- **Frequência:** mede a regularidade com que um recurso executa uma tarefa do tipo da que lhe foi proposta. Esta métrica permite avaliar a experiência de cada recurso, que está diretamente relacionada com melhores desempenhos.
- **Desempenho:** mede o tempo de execução de uma tarefa por um recurso.
- **Qualidade:** mede a avaliação do cliente sobre a execução da tarefa pelo recurso.
- **Custo:** mede o custo da execução de uma tarefa por um recurso.
- **Especialização:** mede o nível de habilidade com que um recurso é capaz de executar uma tarefa.
- **Carga de Trabalho:** mede o nível real de trabalho de cada recurso, considerando a quantidade de tarefas que lhe estão alocadas num dado instante.

Foram consideradas fórmulas para cada uma das métricas anteriormente apresentadas, assim como uma fórmula que calcula a “pontuação final” de um recurso para a tarefa em causa.

Se o objetivo for **Recomendação**, independentemente de se tratar de uma solicitação única ou de um tratamento em lote, Munoz-Garcia recorre a um algoritmo do tipo BPA2 (*Best Position Algorithm for Top Queries*), onde é produzido um ranking de recursos (top-k) que podem ser alocados. Nesta situação, o output consiste na lista ordenada pontuações finais de cada recurso que melhor serve a solicitação ou conjunto de solicitações. O primeiro valor dessa lista representa o recurso cuja pontuação geral final foi mais elevada e, portanto, será a melhor opção para a alocação.

Se o objetivo for **Alocação**, no caso de termos um conjunto de tarefas para executar em simultâneo – tratamento em lote – é usado um método baseado em ILP (*Integer Linear Programming*), que ajuda a otimizar o uso dos recursos. Esta abordagem funciona alocando o conjunto de recursos que fornecem a melhor pontuação, quando alocados às solicitações correspondentes, ou seja, são consideradas as possíveis combinações de alocação de recursos, de forma a obter-se a melhor pontuação geral. No caso de termos somente uma solicitação, é devolvido um único recurso, aquele que foi considerado como "melhor hipótese" para a tarefa em questão. Neste caso, é calculada a pontuação final de cada recurso e retornado o recurso mais apto para executar a tarefa.

## 2.3. Análise

Tendo por base a análise efetuada ao longo deste capítulo, a Tabela 1 apresenta um breve resumo das principais métricas mencionadas nos trabalhos relativos à alocação de recursos.

- **Tempo/ Performance/ Desempenho:** duração da execução de uma determinada tarefa por um dado recurso, isto é, tempo que um recurso está alocado a uma tarefa.
- **Custo:** valor despendido para que um recurso executa uma dada tarefa.
- **Frequência:** regularidade com que um recurso é atribuído a uma tarefa.
- **Disponibilidade:** indica se o recurso se encontra disponível para ser alocado a uma tarefa, num dado momento.
- **Carga/Volume de Trabalho:** quantidade atual de trabalho de um recurso.
- **Experiência/ Especialização:** mede a capacidade de um recurso para executar uma dada tarefa.
- **Qualidade:** mede a perceção de quão bem executada é uma tarefa ou a avaliação do cliente sobre a execução da tarefa pelo recurso.
- **Confiabilidade** (de cada recurso): relação entre a importância de cada tarefa (através de um peso) e a taxa de erro de cada recurso ao executar aquela tarefa.

Ao reunirmos todas estes critérios, é de notar que “Confiabilidade” se trata de uma métrica derivada, que pode ser obtida através das métricas “Experiência” e “Qualidade”.

	Abir Ismaili-Alaoui [2]	Michael Arias [15]	Jiajie Xu [7]	Jorge Munoz-Gama [16]
Tempo/ Performance/ Desempenho	X	X	X	X
Custo		X	X	X
Frequência		X		X
Disponibilidade	X			
Carga/ Volume de Trabalho		X		X
Experiência/ Especialização		X		X
Qualidade		X		X
Confiabilidade	X			

**Tabela 1** Comparação de Métricas Usadas

Em relação aos algoritmos usados, primeiramente, estudámos a abordagem de Ismaili-Alaoui [2], que defende o uso da combinação de Algoritmos Machine Learning não supervisionados, com Algoritmos Genéticos. Em segundo lugar, vimos a perspetiva de Michael Arias [15], que defende o uso de um algoritmo Best Position (BPA) para esta problemática. De seguida, vimos a proposta de Jiajie Xu [7], que contempla um conjunto de três algoritmos (Alocação Básica + Resolução Conflitos + Restrição Tempo) que são aplicados consoante o objetivo da organização. Por fim, analisámos a proposta de Jorge Munoz-Gama [16] que, contrariamente aos anteriores, distinguia os conceitos de Alocação e

Recomendação, para os quais propunha soluções baseadas em ILP e algoritmos BPA2, respetivamente.

Conforme vimos, cada um dos autores mencionados usa uma abordagem distinta para a resolução deste problema, quer a nível de métricas, quer a nível de algoritmos. Este fator leva-nos a crer que ainda não existe uma solução definitiva e consensual para a questão em causa.

## 3. Solução Proposta

Esta secção tem como primeiro objetivo a apresentação da arquitetura da solução, que nos permitirá explicar como a solução será integrada no produto **edoclink**. Posteriormente, serão apresentadas as métricas e o pensamento que servirá de base ao algoritmo de alocação de recursos.

Primeiramente, surge a necessidade de definir três conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho: **Métricas para o Algoritmo**, **Métricas de Input** e **Variáveis de Estado**.

As **Métricas para o Algoritmo** dizem respeito ao conjunto de critérios sobre os quais se pode aplicar o algoritmo. Consoante o objetivo que se pretende atingir, pode dar-se maior ou menor relevância a uma métrica e, assim, influenciar o resultado final.

Enquanto que as **Métricas de Input** se baseiam no histórico das ações feitas, as **Variáveis de Estado** têm em conta o estado presente, isto é, o estado atual. A distinção entre estes dois tipos de informação recai sobre a frequência com que se altera cada uma e, conseqüentemente, a forma de armazenamento. A informação menos volátil, como o custo por hora de cada colaborador, corresponde a uma métrica de input. Já o número de tarefas pendentes por colaborador trata-se de uma variável de estado, uma vez que pode variar a cada momento.

### 3.1. Arquitetura da Solução

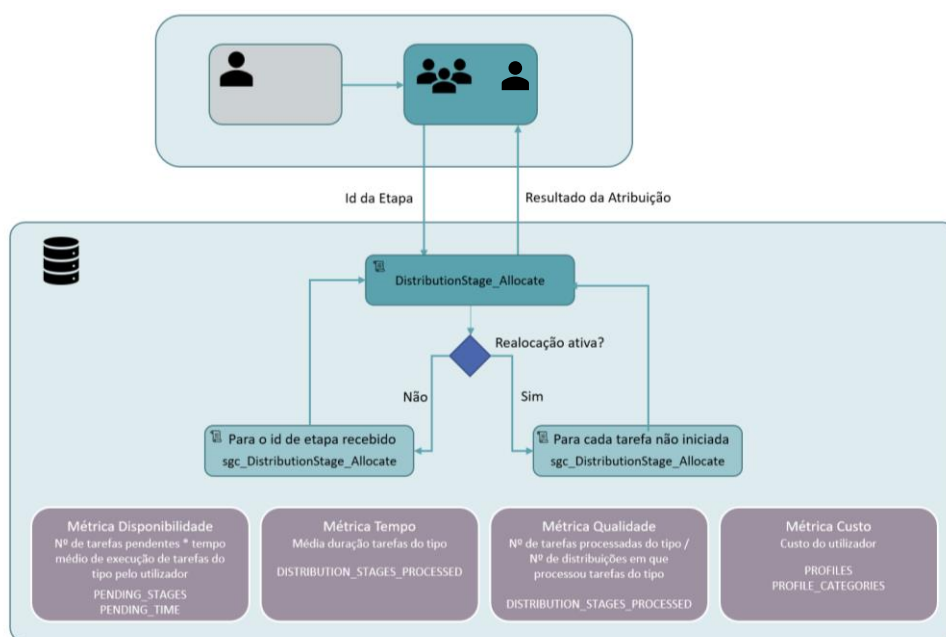
A arquitetura elaborada para esta solução baseia-se no desenvolvimento de um módulo que integra o **edoclink**, e que é invocado pela aplicação sempre que uma etapa de alocação automática fica pendente.

O desenvolvimento deste módulo engloba **stored procedures** em SQL, que incorporam toda a lógica do algoritmo. Quando pretendemos alocar automaticamente um recurso a uma tarefa, o **edoclink** chama a *stored procedure* `DistributionStage_Allocation`, que recebe como input o id de uma etapa. Esta *stored procedure* verifica se o parâmetro da realocação se encontra ativo. Caso não esteja, é executada a *stored procedure* `sgc_DistributionStage_Allocate` para o id da tarefa recebido. Caso esteja ativo, esta *stored procedure* é primeiramente alocada para todas as tarefas previamente alocadas, cuja execução ainda não se tenha iniciado, e só posteriormente corre para a tarefa que se pretende alocar.

De forma a obter-se o colaborador mais indicado para a nova tarefa, são calculados de forma independente os rankings das quatro métricas, recorrendo a *views* como `pending_stages` ou `pending_time`. É obtido um ranking para cada métrica, em que o primeiro classificado é, naturalmente, o que melhor satisfaz a condição. Por fim, obtemos um ranking final, que considera os resultados de todas as métricas, assim como a ponderação (%) de cada uma e é retornado o resultado da atribuição.

Enquanto que as métricas Tempo, Qualidade e Custo são calculadas com valores pouco voláteis, que pouco se alteram ao longo de um dia, a métrica da Disponibilidade depende de valores “do estado atual”. Assim, quando se contempla realocação, a alocação de cada tarefa acaba por depender da alocação da tarefa anterior, motivo pelo qual tem que ser feita de forma sequencial.

É de notar que, de forma a considerar a métrica Custo, foi necessário implementar uma forma de a calcular, uma vez que o edoclink não o permitia. Neste sentido, baseámo-nos no conceito de Categorias (Funções) e associámos a cada uma um valor (por hora) correspondente. Depois, criámos relações entre as Categorias e os Utilizadores, para que fosse possível atribuir a cada utilizador uma categoria. Estas Categorias são configuráveis no edoclink.



**Figura 3 Arquitetura da Solução**

## 3.2. Métricas para o Algoritmo

Partindo do conjunto de métricas apresentado na secção 2.2, foi-nos possível identificar as que faziam sentido, dado o objetivo que pretendíamos alcançar.

A decisão relativa às métricas a utilizar no desenvolvimento deste algoritmo de alocação de recursos baseou-se na importância que estas podem ter para o contexto do nosso problema. Naturalmente, também tivemos de ter em consideração a informação que o edoclink nos disponibilizou, assim como o seu formato e restrições.

O objetivo deste algoritmo é a alocação de recursos a tarefas, minimizando os custos, e cumprindo os SLAs de tempo e qualidade.

Para chegar até ao algoritmo pretendido, a primeira métrica que considerámos foi a de **Disponibilidade**. Não faria sentido estarmos a pensar como alocar tarefas a pessoas indisponíveis para as executar. Assim, surgiu esta primeira preocupação como forma de alocar tarefas ao recurso com menos trabalho pendente, isto é, com o **menor número de tarefas pendentes**. Contudo, rapidamente concluímos que considerar somente esta variável seria insuficiente, uma vez que nem todas as tarefas possuem o mesmo **grau de complexidade**. Tarefas mais complexas ou demoradas possuem tempos médios de execução naturalmente maiores. Desta forma, decidimos considerar o **tempo médio de execução por tipo de tarefa por colaborador**. Consequentemente, surgiu a necessidade de definir o **tipo de tarefa**, conceito que iremos abordar futuramente.

$$Disponibilidade = \min \sum_1^n (\text{tempo médio de execução } t_i * n^{\circ} \text{ tarefas pendentes } t_i)$$

onde  $t_i$  = tipo de tarefa e  $n$  = número de tarefas pendentes

Com efeito, para descobrirmos qual o colaborador mais disponível, considerámos o somatório dos tempos médios de execução por tipo de tarefa por colaborador das tarefas pendentes. O colaborador que obtiver o mínimo valor será considerado o mais disponível. Esta ponderação permite-nos garantir não só que o colaborador alocado à tarefa se encontra efetivamente disponível para a realizar, mas também procura manter um maior equilíbrio na distribuição de tarefas, mesmo sabendo que nem todas as tarefas possuem o mesmo grau de complexidade.

Depois de ultrapassado o primeiro obstáculo, surgiu uma nova preocupação, a de garantir que as tarefas eram executadas com sucesso, garantindo qualidade. Paralelamente a esta preocupação, surgiu uma outra: estaria a qualidade necessariamente relacionada com o tempo?

Decidimos tratar separadamente estes dois critérios. Primeiramente, considerar o **Tempo**, isto é, a duração da execução de uma tarefa por um determinado recurso. Esta métrica teve como objetivo garantir que o recurso atribuído à tarefa é aquele que a desempenha da forma mais **rápida**. Em situações em que nos interessa ter uma resposta ativa, quase instantânea, é necessário garantir que o



algoritmo a ser desenvolvido consegue corresponder à expectativa. Para o cálculo desta medida, considerámos variáveis como o **tempo médio de execução por tipo de tarefa por colaborador**.

$$Tempo = \sum_1^n \text{tempo médio execução por tipo de tarefa por colaborador } ti$$

onde  $ti$  = tipo de tarefa

Uma vez garantida a resposta mais célere, ficamos em condições de aferir a **Qualidade**. Esta métrica atribui a uma tarefa o recurso que, habitualmente, a desempenha com **maior sucesso**, ou seja, com **menor taxa de repetição**. A sua relevância recai sobre situações onde pretendemos garantir um desempenho bem-sucedido:

$$\begin{aligned} \text{Qualidade} &= \min(\text{taxa de repetição } Cx) \\ &= \min ((\text{tarefas executadas } ti) / (\#Dists \text{ onde tarefas executadas } ti)) \end{aligned}$$

onde  $ti$  = tipo de tarefa e  $Cx$  = colaborador

Até ao momento, conseguimos garantir a seleção do recurso mais rápido, que esteja disponível, e que desempenha a tarefa com o maior sucesso. Contudo, esta avaliação não é suficiente, na medida em que ainda nos conduz a situações de “empate”, em que não conseguimos optar por um recurso. Para dar resposta a este problema, tivemos de refinar a nossa procura, de forma a torná-la mais completa. Nesta sequência de pensamento, surge a métrica de **Custo**, que pretende atribuir uma tarefa ao elemento que assegurar a execução mais barata. Assim sendo, o cálculo desta métrica é feito através do **valor por hora que cada colaborador custa à empresa**. Naturalmente, o valor mais baixo corresponde ao colaborador que executa a tarefa de forma mais barata.

$$\text{Custo} = \min(\text{custo } Cx)$$

onde  $Cx$  = colaborador

## 3.3. Algoritmo

Esta secção tem como objetivo a apresentação do algoritmo desenvolvido de forma funcional, assim como de um exemplo prático.

### 3.3.1. Descrição Funcional

Sabendo que pretendíamos implementar um algoritmo que tinha por base métricas, tornou-se necessário mapeá-las com os conceitos do edoclink existentes. Desta forma, sempre que considerada uma “tarefa”, esta diz respeito ao conceito “etapa” já existente. O mesmo se aplica ao conceito “colaborador”, comumente denominado por “utilizador do edoclink”.

Tendo determinado quais as métricas a considerar nesta solução e clarificados os conceitos do edoclink presentes neste trabalho, tornou-se necessário definir o funcionamento do algoritmo, cujo objetivo consistia em melhorar a alocação de recursos a tarefas, feita manualmente até ao momento. Tratando-se de um algoritmo baseado em rankings e métricas, a possibilidade de considerar algoritmos do tipo *simplex* tornou-se remota. Embora este tipo de algoritmos garanta uma complexidade de execução menor, não assegura estabilidade em universos que mudam constantemente. Sendo o nosso universo um conjunto de tarefas pendentes, que pode alterar-se a cada instante, a abordagem *simplex* põe em causa este requisito fundamental da nossa solução.

Uma das ideias subjacentes a este algoritmo é a de ser configurado com base nas métricas que se pretende ter em conta, ou seja, deve ser possível priorizar as métricas que pretendemos que se destaquem, se forma a obter o objetivo pretendido. Ora, novamente, uma abordagem do tipo *simplex* não nos permitiria assegurar este requisito do produto edoclink.

Assim, partimos para um cenário em que surge uma nova tarefa para ser alocada. Primeiramente, foi necessário identificar o tipo desta tarefa, que é definido pelo conjunto de atributos (nome, fase, formulário, interveniente, percurso). Tarefas que contenham este conjunto de atributos igual são consideradas tarefas do mesmo tipo.

Nesta fase inicial, o principal foco desta solução consistiu em identificar os utilizadores que podiam processar a tarefa em causa, isto é, de entre o grupo a quem a tarefa se destina, foram considerados os utilizadores que já executaram aquele tipo de tarefas anteriormente. É importante notar que esta solução considerou o conceito de "delegação de tarefas" do edoclink, segundo o qual um utilizador pode delegar noutra todas as tarefas que lhe estão destinadas durante um período de tempo. Este cenário serve para prevenir constrangimentos em situações em que um utilizador se ausenta.

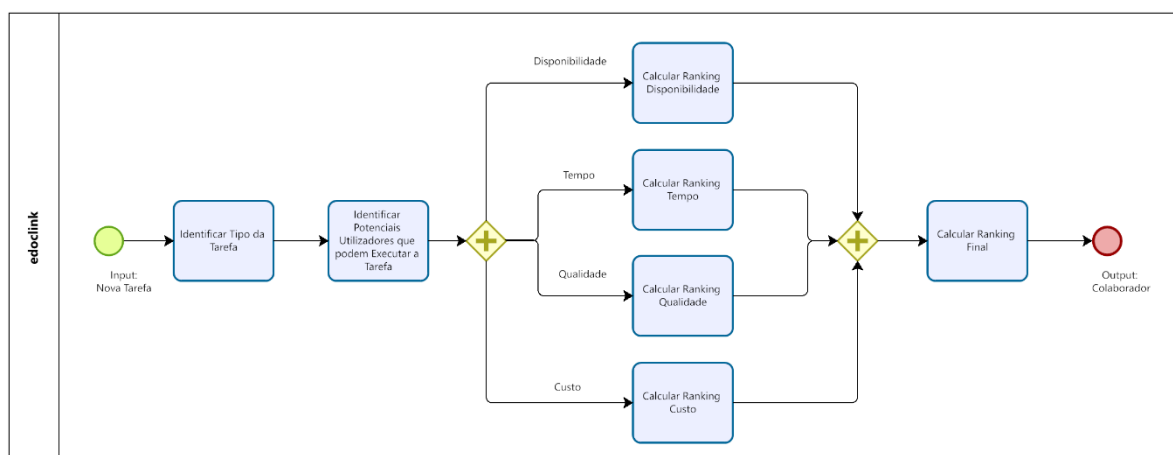
Após adquirida a primeira amostra de utilizadores, que considera os que possuem experiência a executar o tipo de tarefa pretendido de entre o grupo a quem a tarefa se destina, recolhemos os dados

necessários para calcular cada métrica separadamente. Através das fórmulas descritas na secção 3.2 Métricas do Algoritmo, calculamos, para cada métrica, uma pontuação para cada um dos potenciais executantes. Este conjunto de pontuações é ordenado do maior valor para o menor, construindo, assim, um ranking de pontuações de colaboradores. Obtemos quatro rankings totalmente independentes, onde o primeiro lugar se destina naturalmente ao colaborador mais indicado para realizar a tarefa, segundo cada métrica.

Por fim, de modo a obter um ranking global, de onde se extrai o resultado final, é atribuída uma percentagem que reflete a relevância que pretendemos dar a cada métrica. A soma destas percentagens deve ser igual a 100%. Este ranking global trata-se do output deste algoritmo, onde o primeiro lugar é ocupado pelo colaborador que melhor executará a tarefa, considerando todas as métricas e as suas percentagens de importância respetivamente. Importante referir que a percentagem das métricas será configurável através de um parâmetro no backoffice do edoclink.

$$\text{Algoritmo}(Cx) = p1 * \text{RANK}(M1, Cx) + p2 * \text{RANK}(M2, Cx) + \dots + pn * \text{RANK}(Mn, Cx)$$

onde Cx = Colaborador; pn = ponderação de cada métrica e Mn = métrica



**Figura 4 Esquema do Algoritmo**

No cálculo de cada ranking, é de notar que não foi considerado o histórico das execuções de tarefas na sua totalidade, isto é, não se considerou o histórico desde o instante 0 - momento em que cada colaborador integrou a organização. Ao considerá-lo, estaríamos a tratar com o mesmo grau de relevância execuções antigas e execuções recentes, pondo em causa o progresso e a aquisição de experiência pelos utilizadores. Desta forma, ponderando execuções desde sempre, um colaborador que tivesse investido na sua formação, aprendido novos conceitos, tornando-se assim mais rápido a executar um dado tipo de tarefa, não deixaria de ver os seus tempos de execução prejudicados.

Por outro lado, hoje em dia, os utilizadores têm ao seu dispor variadíssimos meios, fruto da evolução tecnológica das últimas décadas, que facilitam e agilizam o trabalho do dia-a-dia. Desde o fim dos anos 70, a implementação de novas tecnologias nas organizações ocorreu de forma cada vez mais intensa,

tendo resultado numa melhor gestão, maior rapidez na execução dos projetos e prestação de serviços e numa diminuição de custos agregados [18], [19]. Posto isto, comparar execuções mais recentes com execuções passadas não seria justo para os colaboradores mais antigos. De forma a salvaguardar todos estes cenários, foi criado um parâmetro no *backoffice* do edoclink, que permite indicar quantos meses de histórico pretendemos que sejam considerados. O valor de *default* deste parâmetro é de um ano (12 meses).

A entrada de novos colaboradores na organização é outro fator sobre o qual achámos relevante refletir. Um novo utilizador é alguém que ainda não executou tarefas e que, por isso, não possui dados que possamos considerar no cálculo de cada uma das métricas, numa primeira alocação. No caso das métricas de **Qualidade** e **Tempo**, decidimos assumir que o valor atribuído ao novo colaborador seria o valor mais baixo já existente (última posição do ranking). Contudo, esta situação seria contrabalançada pela métrica da **Disponibilidade**, onde o novo utilizador ocuparia o primeiro lugar, por estar 100% disponível.

Numa primeira análise, poderíamos achar injusta a atribuição do “pior valor já existente” a um colaborador que nunca prestou provas do seu trabalho. No entanto, atribuir-lhe valores mais elevados poderia conduzir a situações igualmente injustas para os restantes colaboradores, com a agravante de podermos contribuir para falsas necessidades de contratação de recursos humanos. Uma boa gestão de recursos humanos procura garantir que é tirado o máximo partido dos recursos já existentes.

### Exemplo Prático

Partimos para um cenário onde considerámos uma tarefa do tipo A, com o objetivo de executá-la o mais rápido possível. Tratando-se de uma tarefa tipicamente executada pelo Departamento X, sabemos que este é o grupo a quem a tarefa em questão se destina. O seguinte esquema ilustra o Departamento X:

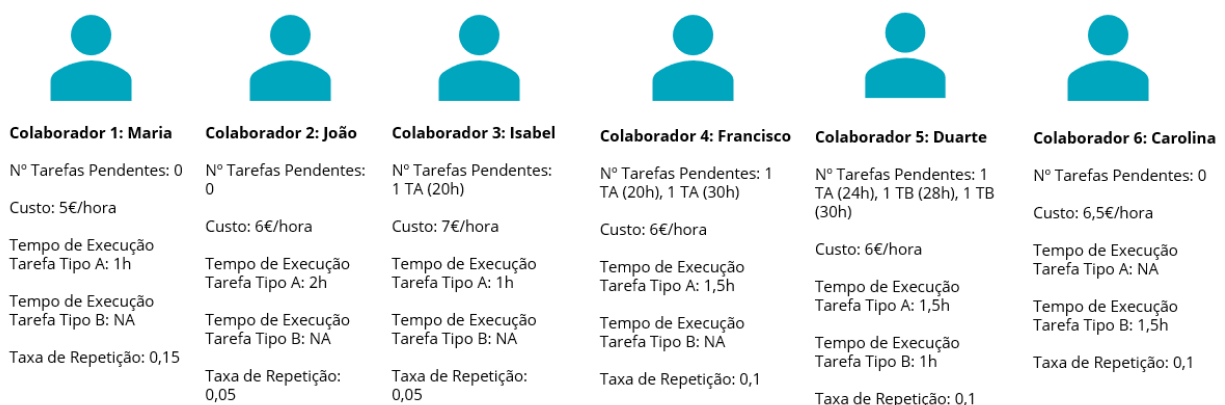


Figura 5 Dados do Exemplo Prático

De entre os trabalhadores do Departamento X, sabemos que todos, com exceção da Carolina, já executaram o tipo de tarefa A, o que, numa primeira análise, os torna colaboradores elegíveis para executar a tarefa. Uma vez identificado o grupo "alvo" desta tarefa, passamos ao cálculo de cada métrica.

Cálculos para a métrica da **Disponibilidade**:

	Ranking Disponibilidade
Colaborador 1: Maria	0 -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 2: João	0 = 0 -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 3: Isabel	1 = 1 -> 2º lugar (4 pontos)
Colaborador 4: Francisco	$1,5h*1 + 1h*1 = 2,5$ -> 3º lugar (3 pontos)
Colaborador 5: Duarte	$1,5h*1 + 1h*2 = 3,5$ -> 4º lugar (2 pontos)

**Tabela 2** Métrica Disponibilidade

- **Ranking Disponibilidade** = 1º Maria e João; 2º Isabel; 3º Francisco; 4º Duarte.

Cálculos para a métrica do **Tempo**:

	Ranking Tempo
Colaborador 1: Maria	1h -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 2: João	2h -> 3º lugar (3 pontos)
Colaborador 3: Isabel	1h -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 4: Francisco	1,5h -> 2º lugar (4 pontos)
Colaborador 5: Duarte	1,5h -> 2º lugar (4 pontos)

**Tabela 3** Métrica Tempo

- **Ranking Tempo**: 1º Maria e Isabel; 2º Francisco e Duarte; 3º João.

Cálculos para a métrica da **Qualidade**:

	Ranking Qualidade
Colaborador 1: Maria	0,15 -> 3º Lugar (3 pontos)
Colaborador 2: João	0,05 -> 1º Lugar (5 pontos)
Colaborador 3: Isabel	0,05 -> 1º Lugar (5 pontos)
Colaborador 4: Francisco	0,1 -> 2º Lugar (4 pontos)
Colaborador 5: Duarte	0,1 -> 2º Lugar (4 pontos)

**Tabela 4** Métrica Qualidade

- **Ranking Qualidade**: 1º João e Isabel; 2º Francisco e Duarte; 3º Maria.

Cálculos para a métrica do **Custo**:

	Ranking Custo
Colaborador 1: Maria	5€/h -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 2: João	6€/h -> 2º lugar (4 pontos)
Colaborador 3: Isabel	7€/h -> 3º lugar (3 pontos)
Colaborador 4: Francisco	6€/h -> 2º lugar (4 pontos)
Colaborador 5: Duarte	6€/h -> 2º lugar (4 pontos)

**Tabela 5** Métrica Custo

- **Ranking Custo:** 1º Maria; 2º João, 3º Francisco e Duarte; 4º Isabel.

Após efetuados os cálculos para cada uma das métricas separadamente, estão reunidas as condições que nos permitem obter o *ranking* global, que envolve não só as pontuações obtidas em cada uma das métricas como a relevância que lhes pretendemos dar. Nesta fase do algoritmo, devemos atribuir uma percentagem a cada métrica, sendo que o valor da soma de todas as percentagens deve ser igual a 1.

Neste exemplo em particular, sabemos que o Tempo é a nossa principal preocupação e que as restantes métricas têm igual importância, pelo que decidimos usar os seguintes valores:

- **Tempo** = 0,4
- **Disponibilidade = Qualidade = Custo** = 0,2

	Cálculos para Ranking Global
Colaborador 1: Maria	$0,2*5 + 0,4*5 + 0,2*3 + 0,2*5 = 4,6$ -> 1º lugar (5 pontos)
Colaborador 2: João	$0,2*5 + 0,4*3 + 0,2*5 + 0,2*4 = 4$ -> 3º lugar (3 pontos)
Colaborador 3: Isabel	$0,2*4 + 0,4*5 + 0,2*5 + 0,2*3 = 4,4$ -> 2º lugar (4 pontos)
Colaborador 4: Francisco	$0,2*3 + 0,4*4 + 0,2*4 + 0,2*4 = 3,8$ -> 4º lugar (2 pontos)
Colaborador 5: Duarte	$0,2*2 + 0,4*4 + 0,2*4 + 0,2*4 = 3,6$ -> 5º lugar (1 ponto)

**Tabela 6** Ranking Global

- **Ranking Global:** 1º Maria; 2º Isabel; 3º João; 4º Francisco; 5º Duarte.

Aplicando o algoritmo a este primeiro exemplo, podemos concluir que o colaborador que deve ser alocado a esta tarefa do tipo A deve ser a Maria.

Vimos um exemplo em que somente tínhamos uma tarefa nova para alocar ao Departamento X, uma situação pouco real no contexto de uma empresa. Tentámos pensar num cenário mais realista, com um grau de dinamismo maior e, por isso, mais semelhante ao do dia-a-dia de uma organização, onde

tínhamos um conjunto de tarefas para alocar sequencialmente, em vez de somente uma. Perante este novo cenário, foi importante perceber que as tarefas não são executadas no preciso momento em que são alocadas. Cada colaborador pode ter diversas tarefas pendentes na sua lista, sem que tenha olhado para elas. Surge a necessidade de definir a ordem pela qual as tarefas devem ser tratadas.

Decidimos definir que as tarefas mais prioritárias seriam aquelas que estivessem pendentes há mais tempo. Assim, considerámos um conjunto de 20 tarefas pendentes. Aplicando o exemplo anteriormente definido, a alocação das tarefas aos recursos seria feita sequencialmente, da mais prioritária até à menos prioritária. Imaginemos que a primeira tarefa da fila pode ser executada por todos os colaboradores do Departamento X, e é alocada à Maria. Entretanto, surge a alocação da tarefa seguinte, que só pode ser alocada à Maria, uma vez que é a única que possui experiência a executar tarefas deste tipo. Naturalmente, a nossa solução atribuiria a segunda tarefa à Maria. Embora mais próximo da realidade das organizações, este cenário abriu-nos as portas para um novo risco: o do desequilíbrio na distribuição de tarefas entre utilizadores, onde tínhamos colaboradores com uma grande quantidade de tarefas acumuladas – Maria - e outros sem nenhuma para executar – restantes utilizadores.

De modo a tentar combater esta nova ameaça e ainda a tirar o máximo partido dos recursos existentes, decidimos considerar a possibilidade da realocação de tarefas, que garantia uma maior equidade a cada alocação. Assim, sempre que surgisse uma nova tarefa na lista de tarefas para executar, todas as tarefas atribuídas, que ainda não se tivessem iniciado, seriam reatribuídas a um colaborador, sendo dada prioritária às tarefas que se encontram pendentes há mais tempo. Mais concretamente, no momento em que surgiu a tarefa que só poderia ser executada pela Maria, caso a primeira tarefa ainda não se tivesse iniciado, seria realocada de forma a garantir um equilíbrio na gestão de tarefas.

No mundo global e tecnológico em que vivemos, cada vez mais, a dimensão das organizações dita a forma como estas se comportam. A capacidade de geração e aproveitamento das sinergias locais, bem como os apoios estatais, condicionam a eficácia e eficiência das organizações mais pequenas. Nestas, a “divisão do trabalho” assenta sobretudo na proximidade, seja esta geográfica, contratual ou virtual. Já nas grandes organizações, a divisão do trabalho é feita de forma interna, isto é, dentro dos departamentos/ direções. Os gestores procuram potenciar as sinergias internas, promovendo a melhoria das relações entre as áreas de trabalho. É, então, possível identificar lógicas de comportamentos distintas, consoante o tipo de organização a considerar. Enquanto numa organização maior as tarefas de cada colaborador são extremamente tipificadas, em organizações de menor dimensão, um trabalhador acumula tarefas bastante diversas [20]. Por conseguinte, esta realidade levou-nos a pensar na possibilidade de introduzir realocações inteligentes, como por exemplo, realocar as tarefas de um determinado utilizador que esteja a demorar mais tempo do que o previsto a executar a sua tarefa atual.

## 4. Desenvolvimento da Solução

No decurso deste trabalho, de forma a obter uma solução que estivesse de acordo com os requisitos pré-definidos, foi fundamental a implementação de diversas componentes. Neste capítulo, são analisadas as principais decisões tomadas referentes ao desenvolvimento das mesmas, que teve por base a metodologia de desenvolvimento do edoclink.

### 4.1. Metodologia de Desenvolvimento edoclink

Nesta secção, é caracterizada a metodologia de desenvolvimento *scrum* [21], utilizada pela equipa de produto do edoclink, que foi seguida durante a execução deste trabalho.

Esta metodologia tem como principal objetivo a redução do tempo de entrega dos produtos, satisfazendo as necessidades do cliente com transparência na comunicação. Baseia-se no desenvolvimento em pequenos ciclos, onde é definido um conjunto de necessidades a implementar em cada ciclo. Cada *sprint* utilizado pela equipa de produto tem a duração de 2 semanas e é suportado pela ferramenta *DevOps*.

No início de cada *sprint*, é realizada uma reunião de *grooming*, onde é definido um conjunto de necessidades a implementar durante aquele ciclo. Estas necessidades são colocadas no *product backlog*, através da forma de requisitos na ferramenta *DevOps*. Posteriormente, numa reunião de *planning*, os requisitos são divididos em tarefas, que são executadas pela equipa durante o *sprint*.

Diariamente, são realizadas *daily meetings*, onde se atribui tarefas a cada elemento da equipa e se discute o progresso da execução das tarefas. No fim de um *sprint*, realiza-se uma reunião de *review & retrospective*, onde é feita uma análise ao trabalho realizado e aos resultados obtidos.

Atualmente, devido ao contexto em que vivemos, a equipa de produto edoclink encontra-se a trabalhar num regime híbrido, com rotatividade entre trabalho presencial e trabalho remoto. Esta realidade torna essencial que existam mecanismos de comunicação capazes de garantir o trabalho em conjunto entre todos os membros da equipa. Neste sentido, de forma a assegurar esta comunicação, é utilizada *Microsoft Teams*.



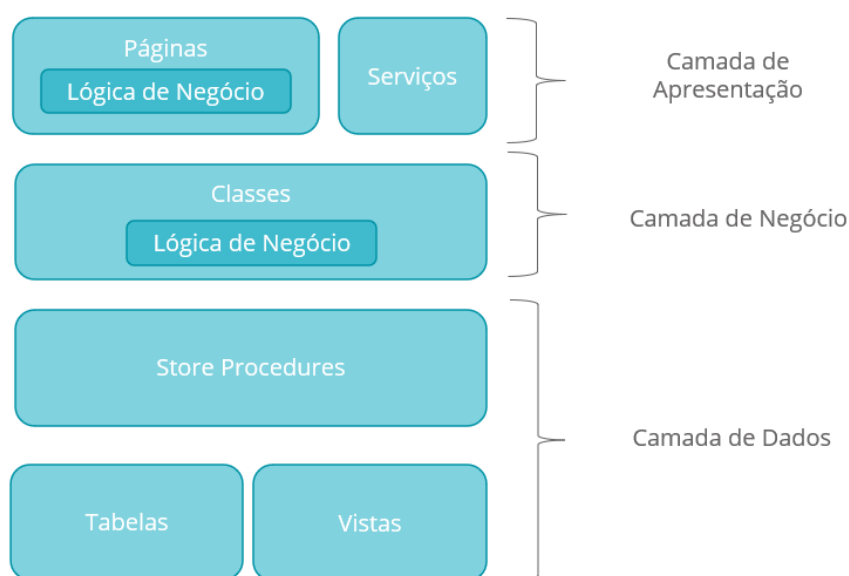
## 4.2. Componentes Desenvolvidos

Nesta secção, são descritos os diversos componentes desenvolvidos no decurso deste trabalho.

O edoclink apresenta uma arquitetura em camadas que se divide em: dados, negócio e apresentação.

A elaboração deste trabalho implicou alterações a todas as camadas:

- Camada de dados: criação e alteração de tabelas índices, vistas, *triggers* e *stored procedures*.
- Camada de negócio: criação e alteração das classes que possibilitam gerir a camada de dados e implementar a lógica de negócio.
- Cama de apresentação: criação e alteração de páginas e controlos (interface de utilizador) e extensão de alguns serviços (interface programática).



**Figura 6** Camadas da Arquitetura que compõem o edoclink

### 4.2.1. Categoria Trabalhador

Para além dos desenvolvimentos mais transversais mencionados anteriormente, é importante particularizar o desenvolvimento da Categoria Trabalhador. Tal como já foi referido, uma vez que o edoclink não possuía o valor das remunerações de cada colaborador, foi necessário implementar uma forma de calculá-lo.

Primeiramente, tendo por base o conceito de Funções do edoclink, foi criada uma tabela com as possíveis categorias (funções) de colaboradores e a respetiva remuneração por hora (custo).

```

IF NOT EXISTS (SELECT 1 FROM sys.objects where object_id = object_id(USER_NAME() +
'.PROFILE_CATEGORIES'))
    CREATE TABLE PROFILE_CATEGORIES
    (
        [id] int IDENTITY(1,1) NOT NULL ,
        [category] varchar(200) NOT NULL,
        [value] varchar(100) NOT NULL,
        CONSTRAINT [PK_PROFILE_CATEGORIES] PRIMARY KEY ([id])
    )
GO
GRANT SELECT,INSERT,DELETE,UPDATE ON PROFILE_CATEGORIES TO EDOC_Site
GO

```

Neste sentido, surgiu a necessidade de criar duas páginas, uma para a gestão de categorias (*Profile*) e outra para o detalhe de cada categoria (*ProfileCategory*).

Categorias de Colaborador

Filtros

Página 1 de 1 - Total: 6 Categorias de Colaborador Listar 10

Sel	Nome	Valor	Ações
<input type="checkbox"/>	CEO	40	...
<input type="checkbox"/>	Consultant	7	...
<input type="checkbox"/>	Director	20	...
<input type="checkbox"/>	Junior Consultant	5	...
<input type="checkbox"/>	Manager	15	...
<input type="checkbox"/>	Senior Consultant	10	...

Criar Eliminar Importar Exportar

**Figura 7** Categorias do Backoffice

Posteriormente, atribuímos uma categoria a cada utilizador:



```



IF NOT EXISTS (select 1 from sys.columns WHERE name = 'profile_category' and
object_id = object_id('PROFILES') )
    ALTER TABLE PROFILES ADD profile_category INT NULL
GO
IF NOT EXISTS (select 1 from sys.foreign_keys WHERE name =
'FK_PROFILES_profile_category' and parent_object_id = object_id('PROFILES'))
    ALTER TABLE PROFILES ADD CONSTRAINT FK_PROFILES_profile_category FOREIGN KEY
(profile_category) REFERENCES PROFILE_CATEGORIES
GO


```


Naturalmente, surgiu a necessidade de alterar a página atual de configuração de cada utilizador, de forma a contemplar a sua categoria.

Editar Utilizador Alexandre Frazão

CFO   

\_Director   

Nível de acesso  

Categoria  


Lista de Subordinados

Permitir listar subordinados

Listar subordinados de forma transitiva

Pode aceitar tarefas de subordinados

Pode reatribuir tarefas de subordinados



**Figura 8** Associação da categoria ao utilizador

Seguindo a metodologia do edoclink, todas estas configurações são possíveis de importar e exportar em formato json. Em particular, no ficheiro de projeto de importação e exportação de objetos do backoffice, na secção ProfileCategories, foi implementada a importação e exportação das categorias de utilizador, que pode ser visualizada na interface através do seguinte botão:



**Figura 9** Botões Importar e Exportar

## 4.3. Algoritmo

Neste capítulo, é apresentado o algoritmo base desenvolvido, de um ponto de vista técnico. Primeiramente, são apresentadas as alterações feitas no âmbito da configuração e, posteriormente, é apresentada a *stored procedure*, que contém o algoritmo em si.

### 4.3.1. Configuração

#### Parâmetros

Como vimos anteriormente, foi definido um conjunto de quatro métricas que considerámos ao longo deste trabalho: Disponibilidade, Tempo, Qualidade e Custo. Naturalmente, existem situações em que estes quatro critérios têm a mesma relevância, isto é, não se pretende dar especial pertinência a nenhum deles. Contudo, podem existir situações em que pretendemos destacar um ou mais fatores.

Neste sentido, a ponderação das métricas, isto é, o valor atribuído a cada uma, que está proporcionalmente relacionado com a importância que esta possui no contexto de uma alocação, é parametrizável.

Outro fator que achámos importante ser parametrizável foi o número de meses de histórico a considerar na alocação de tarefas. De facto, como vimos anteriormente, as organizações não evoluem todas da mesma forma, nem com o mesmo ritmo, pelo que é fundamental poder balizar e adaptar este valor.

Por último, pensando de forma mais macro, considerámos que podem existir situações ou clientes, em que não se pretende alocar tarefas a recursos de forma automática. Neste sentido, julgámos fundamental poder ativar e desativar o módulo de alocação automática de tarefas, pelo que criámos também este parâmetro. Nesta linha de pensamento, foi também criado um parâmetro que possibilita ativar ou desativar a realocação de tarefas.

<b>TaskAllocationAvailabilityRankingWeight</b> Porcentagem de ponderação da métrica Disponibilidade a ter em conta na alocação de tarefas	<input type="text" value="25"/>
<b>TaskAllocationCostRankingWeight</b> Porcentagem de ponderação da métrica Custo a ter em conta na alocação de tarefas	<input type="text" value="25"/>
<b>TaskAllocationEnabled</b> Ativa a funcionalidade de alocação automática de tarefas	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>TaskAllocationHistoryMonths</b> Número de meses de histórico a ter em conta na alocação de tarefas	<input type="text" value="1"/>
<b>TaskAllocationQualityRankingWeight</b> Porcentagem de ponderação da métrica Qualidade a ter em conta na alocação de tarefas	<input type="text" value="25"/>
<b>TaskAllocationTimeRankingWeight</b> Porcentagem de ponderação da métrica Tempo a ter em conta na alocação de tarefas	<input type="text" value="25"/>
<b>TaskReAllocationEnabled</b> Ativa a realocação de tarefas na funcionalidade de alocação automática de tarefas	<input type="checkbox"/>

Figura 10 Parâmetros no backoffice

## Configuração de Etapa no Percurso

Como sabemos, no edoclink, no caso do interveniente de uma determinada etapa se tratar de um grupo, no *backoffice*, mais concretamente no Geral → Fluxos → Percursos, será possível parametrizar se a etapa do percurso deverá considerar uma alocação automática ou não. Naturalmente, quem define este automatismo não é o utilizador final, mas sim quem configura o fluxo.

Configuração	Sim	Não
Assinatura digital de etapa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anexar texto ao documento em aprovação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Assinar documento em aprovação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suspende Contagem do Prazo do Fluxo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizar apenas os textos definidos nesta etapa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alocação Automática	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 11** Configuração da alocação automática na etapa de percurso

Assim, quando se instancia um percurso no âmbito de uma distribuição, esta configuração é tida em conta no momento em que cada etapa é iniciada, de modo a que seja efetuada a respetiva alocação de tarefas.

### 4.3.2. Stored Procedure

Neste capítulo, é feita uma descrição de algumas das queries implementadas em SQL no desenvolvimento do algoritmo.

```
INSERT INTO DISTRIBUTION_STAGES_PROCESSED
SELECT
    U.[id],
    D.distribution_type,
    ISNULL(S.name, '') as stage_name,
    ISNULL(S.stage_phase, '') as stage_phase,
    ISNULL(F.form, 0) as stage_form,
    CAST(AVG(dbo.sgc_MinutesBetween (S.read_date, S.out_date, 1) * 1.0)
as decimal(10,1)) as avg_duration,
    COUNT(S.forwarded_by) as processed_count,
    COUNT(DISTINCT S.distribution) as distinct_distributions
FROM PROFILES as U WITH (NOLOCK)
JOIN dbo.DISTRIBUTION_STAGES as S WITH (NOLOCK)
    ON U.[id] = S.forwarded_by
JOIN dbo.DISTRIBUTIONS as D WITH (NOLOCK)
    ON D.[id] = S.distribution
LEFT JOIN dbo.DISTRIBUTION_STAGE_FORM_FIELDS as F WITH (NOLOCK)
    ON F.distribution_stage = S.[id] AND
        F.field_order = 1
WHERE S.out_date IS NOT NULL
AND S.out_date > @from_date
GROUP BY
    U.[id],
    D.distribution_type,
    ISNULL(S.name, ''),
    ISNULL(S.stage_phase, ''),
    ISNULL(F.form, 0)
GO
```

De forma a dar suporte ao algoritmo, foi criada uma tabela temporária onde, alimentada uma vez por dia, através de um job, onde constam dados por utilizador por tipo de tarefa da média do tempo de execução de cada tarefa, número de tarefas já executadas desse tipo por utilizador e número de distribuição diferentes em que o utilizador efetuou tarefas desse tipo. Esta abordagem deve-se ao facto de estes dados variarem pouco, e potencia a performance do algoritmo. É importante notar que no cálculo destes tempos só foram considerados dias úteis.

Posto isto, vamos explicar o *stored procedure* que serve de suporte à implementação do algoritmo.

Primeiramente, é obtido o id do interveniente a quem a tarefa se destina e o tipo de etapa, que é composto pelo conjunto de atributos *tipo de distribuição, nome da etapa, nome da fase e formulário*. Etapas que contenham estes quatro elementos comuns são consideradas etapas do mesmo tipo.

```
SELECT @intervient = S.intervient,
       @distribution_type = D.distribution_type,
       @stage_name = ISNULL(S.name, ''),
       @stage_phase = ISNULL(S.stage_phase, ''),
       @stage_form = ISNULL(F.form, 0)
FROM   dbo.DISTRIBUTION_STAGES as S WITH (NOLOCK)
JOIN   dbo.DISTRIBUTIONS as D WITH (NOLOCK)
       ON D.[id] = S.distribution
LEFT JOIN  dbo.DISTRIBUTION_STAGE_FORM_FIELDS as F WITH (NOLOCK)
       ON F.distribution_stage = S.[id] AND
          F.field_order = 1
WHERE  S.id = @distribution_stage
```

Posteriormente, procuramos identificar quais os utilizadores que podem executar a tarefa em questão, seja porque pertencem ao grupo (interveniente) a quem a tarefa se destina, ou por terem em si delegado o trabalho de algum utilizador a quem a tarefa se destina. Caso a tarefa se destine a um só utilizador, é naturalmente devolvido esse utilizador.

```
SELECT I.[id]
      INTO #users
FROM   dbo.DISTRIBUTIONS_PENDING as DP WITH (NOEXPAND, NOLOCK)
JOIN   dbo.PROFILE_IMPERSONATIONS as I WITH (NOLOCK)
       ON I.impersonation = DP.pending_on
WHERE  current_stage = @distribution_stage

      IF @@ROWCOUNT <= 1
      RETURN;
```

De seguida, são feitas duas *queries* auxiliares que permitem o cálculo das métricas.

Na primeira *query*, PENDING\_STAGES, são listadas as tarefas pendentes por utilizador, para os utilizadores obtidos nas *queries* anteriores.

```
PENDING_STAGES as
(
    SELECT
        U.[id],
        DP.distribution_type,
        ISNULL(DP.name, '') as stage_name,
        ISNULL(DP.current_phase, '') as stage_phase,
        ISNULL(F.form, 0) as stage_form,
        COUNT(DP.pending_on) as pending_count
    FROM #users as U
    JOIN dbo.DISTRIBUTIONS_PENDING as DP WITH (NOEXPAND, NOLOCK)
        ON DP.pending_on = U.[id]
    LEFT JOIN dbo.DISTRIBUTION_STAGE_FORM_FIELDS as F WITH (NOLOCK)
        ON F.distribution_stage = DP.current_stage AND
           F.field_order = 1
    GROUP BY
        U.[id],
        DP.distribution_type,
        DP.name,
        DP.current_phase,
        F.form
),
```

Na segunda *query*, PENDING\_TIME, é calculado o volume de trabalho pendente de cada colaborador obtido anteriormente. Por outras palavras, é multiplicado o tempo médio de execução por tipo de tarefa pelo número de tarefas pendentes daquele tipo, para o utilizador em questão. Por fim, somam-se todos os tempos pendentes para cada utilizador.

```
PENDING_TIME as
(
    SELECT U.[id],
        COUNT(PENDING.[id]) as pending_stages,
        COUNT(ENDED.[id]) as ended_stages,
        SUM(PENDING.pending_count * ISNULL(ENDED.avg_duration, 9999)) as pending_duration
    FROM #users as U
    JOIN PENDING_STAGES as PENDING
        ON PENDING.[id] = U.[id]
    LEFT JOIN dbo.DISTRIBUTION_STAGES_PROCESSED as ENDED
        ON ENDED.[id] = PENDING.[id] AND
           ENDED.distribution_type = PENDING.distribution_type AND
           ENDED.stage_name = PENDING.stage_name AND
           ENDED.stage_phase = PENDING.stage_phase AND
           ENDED.stage_form = PENDING.stage_form
    GROUP BY U.[id]
),
```



A partir deste momento, estão reunidas as condições para que sejam calculados os rankings de cada métrica:

```

RANK_USERS as
(
    SELECT U.[id],
           ISNULL(ENDED.processed_count, 0) as "same_kind_processed_stages",
           ISNULL(ENDED.distinct_distributions, 0) as "same_kind_distinct_distributions",
           CAST(ISNULL(ENDED.processed_count,1) * 1.0 / ISNULL(ENDED.distinct_distributions,1) - 1 as decimal(5,2)) as "same_kind_repeated_stages_per_distribution (quality)",
           ISNULL(ENDED.avg_duration,99999) as "same_kind_avg_duration_minutes (time)",
           ISNULL(PENDING_TIME.pending_stages,0) as "all_pending_stages",
           ISNULL(PENDING_TIME.ended_stages,0) as "estimated_pending_stages",
           ISNULL(PENDING_TIME.pending_duration,0) as "all_pending_duration (availability)",
           ISNULL(CATEG.[value],99999) as "user_cost (cost)",
           DENSE_RANK() OVER (ORDER BY ISNULL(ENDED.processed_count,0) * 1.0 / ISNULL(ENDED.distinct_distributions,1)) as "rank_quality",
           DENSE_RANK() OVER (ORDER BY ISNULL(ENDED.avg_duration, 99999)) as "rank_time",
           DENSE_RANK() OVER (ORDER BY ISNULL(PENDING_TIME.pending_duration, 0)) as "rank_availability",
           DENSE_RANK() OVER (ORDER BY ISNULL(CATEG.[value], 99999)) as "rank_cost"
    FROM #users as U
    JOIN dbo.PROFILES as P WITH (NOLOCK)
      ON P.[id] = U.[id]
    LEFT JOIN dbo.PROFILE_CATEGORIES as CATEG WITH (NOLOCK)
      ON CATEG.[id] = P.profile_category
    LEFT JOIN DISTRIBUTION_STAGES_PROCESSED as ENDED
      ON ENDED.[id] = U.[id] AND
         ENDED.distribution_type = @distribution_type AND
         ENDED.stage_name = @stage_name AND
         ENDED.stage_phase = @stage_phase AND
         ENDED.stage_form = @stage_form
    LEFT JOIN PENDING_TIME
      ON PENDING_TIME.[id] = U.[id]
)

```

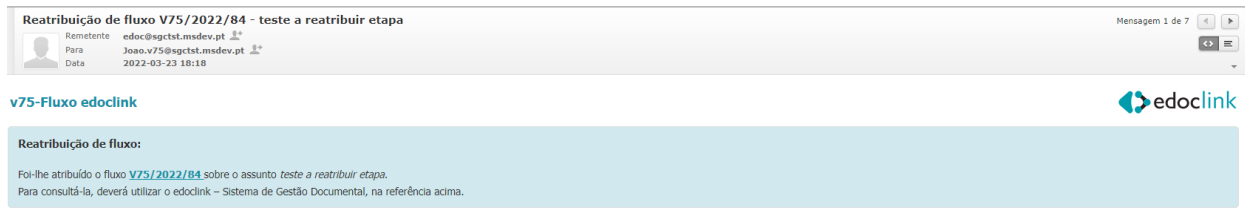
Por fim, é obtido o colaborador que ficou em primeiro lugar – top 1 - da lista ordenada de utilizadores, que considera a multiplicação do peso de cada métrica pelo seu ranking.

```

SELECT TOP (1) @intervient = U.[id]
FROM RANK_USERS
where @time_weight * rank_time + @availability_weight * rank_availability + @cost_weight * rank_cost + @quality_weight * rank_quality > 0
ORDER BY
    @time_weight * rank_time
    +
    @availability_weight * rank_availability
    +
    @cost_weight * rank_cost
    +
    @quality_weight * rank_quality

```

Caso tenha sido encontrado um utilizador, a alocação da tarefa a esse utilizador é feita automaticamente, sendo enviada uma notificação a esse utilizador, a indicar que lhe foi alocada uma tarefa.



**Figura 12** Notificação de Reatribuição de Tarefa

É de notar que todas as alocações são auditáveis, na medida em que é guardado o log de cada alocação, permitindo o registo de um histórico.

## 4.4. Algoritmo com Realocação

Conforme referido anteriormente, de forma a tirar o máximo de partido dos recursos humanos existentes numa organização e a assegurar uma divisão de trabalho equilibrada e justa, decidimos considerar a possibilidade da realocação.

Para que se considere a possibilidade de realocar tarefas, é necessário que o parâmetro `TaskReAllocationEnabled` do *backoffice* do edoclink esteja ativo. Naturalmente, só pode ser considerada a ativação ou desativação do parâmetro da realocação de tarefas quando o da alocação automática se encontra ativo.

Neste sentido, foram realizadas alterações ao algoritmo previamente apresentado que possibilitassem a inclusão da realocação. Primeiramente, é verificado se o parâmetro da realocação se encontra ativo. Caso esteja, são identificadas as etapas de alocação automática que ainda não foram lidas, isto é, que já se encontram atribuídas a um interveniente, mas cuja execução ainda não se iniciou. Estas etapas são colocadas numa tabela temporária e ordenadas pela data que se encontram pendentes. Logo, a tarefa mais prioritária será aquela que se encontra pendente há mais tempo.

```
IF dbo.sgc_parameterValue('TaskReAllocationEnabled') = 'True'
BEGIN
SELECT current_stage as id
INTO #tempStages
FROM dbo.DISTRIBUTIONS_PENDING (NOLOCK)
where read_date is null and automatic_allocation = 1
order by stage_in_date
```

Às etapas obtidas no passo anterior é-lhes retirado o interveniente que lhes foi atribuído previamente, com o objetivo de ser possível realocar-lhes um novo interveniente. Enquanto forem encontrados resultados, ou seja, enquanto existirem tarefas para passíveis de realocação, é chamada a função auxiliarNo ciclo, enquanto houver tarefas por alocar na tabela temporária (enquanto encontrar resultados) chama a função auxiliar `sgc_DistributionStage_Allocate`. A chamada a esta função tem como objetivo evitar a repetição de código.

```

update DS
set intervenient = original_intervenient
FROM Distribution_stages ds join #tempStages ts on ds.id = ts.id

declare d cursor local fast_forward for
    SELECT id
    FROM #tempStages

open d
fetch d into @allocating_stage
while @@FETCH_STATUS = 0
begin

    exec sgc_DistributionStage_Allocate @author_profile, @allocating_stage

    fetch d into @allocating_stage
end
close d
deallocate d

```

Caso a realocação não se encontre ativa, não são considerados os passos anteriormente definidos para a seleção de etapas, sendo logo chamada a função.

```

ELSE
    exec sgc_DistributionStage_Allocate @author_profile, @distribution_stage

```

Importante notar que, enquanto na versão inicial do algoritmo é devolvido somente o interveniente a que a tarefa foi atribuída, nesta, é devolvido este conjunto de parâmetros. Todas as alocações são colocadas numa tabela temporária, sendo guardada para cada etapa um conjunto de informação, nomeadamente, o id da etapa alocada, o interveniente atual, o interveniente antigo, o seu número de ordem da etapa e fase. Este conjunto de informação constitui o novo output do algoritmo.

# 5. Demonstração

A presente secção diz respeito à quinta fase do modelo DSR apresentado no primeiro capítulo deste trabalho. De forma a demonstrar a validade desta solução, procurámos aplicá-la a um conjunto de situações distintas.

Este capítulo divide-se em duas subsecções, cada uma das quais aborda os dois tipos de demonstrações previstas. A primeira engloba a realização de várias demonstrações, enquanto que a segunda trata um projeto cliente, no contexto de um cliente real.

## 5.1. Simulação

A metodologia de simulação consiste em criar um conjunto de casos controlados, isto é, casos para os quais sabemos quem deve ser o colaborador a ser alocado. Assim, criámos um conjunto de casos, sobre os quais corremos o algoritmo e verificámos se o resultado obtido era o esperado.

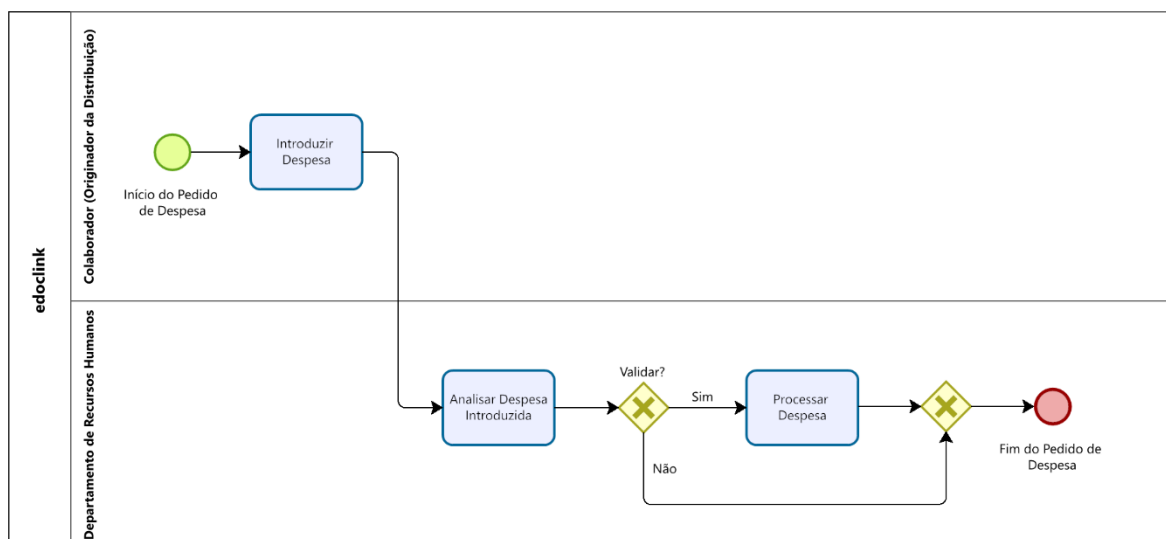
Naturalmente, procurámos incluir alocações com diferentes graus de dificuldade e complexidade, de forma a testar o maior número de diferentes situações.

O cenário que se segue diz respeito a um Pedido de Despesa simplificado, para efeitos de simulação. Para apresentar o valor de uma despesa gasta no contexto de trabalho, cada colaborador introduz a sua despesa no edoclink, indicado qual o motivo da mesma, data em que se realizou, tipo da despesa e valor. De seguida, um membro do Departamento de Recursos humanos avalia a despesa introduzida e decide se a valida ou não. Caso a valide, esta despesa é processada e o colaborador receberá o valor do reembolso. Caso contrário, o processo termina sem que haja um pagamento.

Assim, é possível identificar três tarefas:

- Tarefa Tipo A: Introduzir Despesa
- Tarefa Tipo B: Analisar Despesa Introduzida
- Tarefa Tipo C: Processar Despesa

O Departamento de Recursos Humanos anteriormente referido é composto pelos colaboradores: Filipe Correia, Carlos Palma, Alexandre Frazão e Fernando Faria, o que significa que, teoricamente, qualquer um destes utilizadores pode executar as tarefas que estão destinadas a este grupo.



**Figura 13** Cenário de Teste: Pedido de Despesa

### 5.1.1. Caso de Teste 1

Para este cenário de teste, vamos considerar a execução do algoritmo com e sem realocação de tarefas. Mais concretamente, o caso de teste 1:

- As quatro métricas (Qualidade, Tempo, Disponibilidade e Custo) possuem a mesma ponderação: 25%.
- O utilizador Filipe é aquele cujo tempo de execução da tarefa do Tipo B (Analisar Despesa Introduzida) é menor. Contudo, este utilizador é aquele com maior número de tarefas pendentes.
- O utilizador Alexandre não tem tarefas trabalho pendente.

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
<i>Filipe</i>	1	10	100	2	11
<i>Carlos</i>	3	30	73	1	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	0	0	10

**Tabela 7** Dados Iniciais (Caso de Teste 1)

### Caso de Teste 1: Sem Realocação

Sem contemplar realocação, considerando os dados iniciais do caso, os rankings obtidos seriam os seguintes:

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2
Carlos	2	2	3	2	2,25
Fernando	4	3	2	3	3
Alexandre	3	2	1	1	1,75

Tabela 8 Rankings sem Realocação (Caso de Teste 1)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre; 2º Filipe; 3º Carlos; 4º Fernando.

Assim, a nova tarefa seria alocada ao Alexandre, que obteve a o primeiro lugar no ranking global.

The screenshot displays a two-step process for task allocation. Step 1, 'Introduzir Despesa', is performed by MARIA COELHO. It includes input fields for 'Valor da Fatura (€)' (120), 'Motivo da Despesa' (Deslocação Lisboa - Porto), 'Tipo de Despesa' (Travel), and 'Data da Fatura' (04/05/2022). Step 2, 'Analisar Despesa Introduzida', is performed by ALEXANDRE FRAZÃO and features an 'Aceitar' button.

Figura 14 Alocação de tarefa automaticamente no edoclink (Sem contemplar realocação)

### Caso de Teste 1: Com Realocação

Como sabemos, a realocação tem um impacto direto na disponibilidade de cada colaborador, na medida em que consideramos realocáveis todas as tarefas alocadas que ainda não se tenham iniciado.

Assim, quando pretendemos realocar uma das três tarefas que ainda não foram iniciadas, assumimos a disponibilidade de cada colaborador, sem contabilizar o tempo de execução dessas tarefas.

Colaborador	Disponibilidade (D) <i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>
Filipe	80
Carlos	43
Fernando	67
Alexandre	0

**Tabela 9** Disponibilidade com Realocação (Caso de Teste 1)

Perante estes novos valores de Disponibilidade, os dados deste caso contemplando realocação passam a ser os seguintes:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T) <i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	Disponibilidade (D) <i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar
Filipe	1	10	80	11
Carlos	3	30	43	11
Fernando	10	100	67	12
Alexandre	5	30	0	10

**Tabela 10** Cenário com Realocação (Caso de Teste 1)

Os dados anteriores traduzem-se em alterações aos rankings previamente obtidos:

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2
Carlos	2	2	2	2	2
Fernando	4	3	3	3	3,25
Alexandre	3	2	1	1	1,75

**Tabela 11** Rankings com realocação para tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre; 2º Filipe e Carlos; 3º Fernando.



Após alocada a tarefa pendente há mais tempo, passamos a ter a seguinte situação:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T) <i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	Disponibilidade (D) <i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
<i>Filipe</i>	1	10	80	1	11
<i>Carlos</i>	3	30	73	1	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	30	0	10

**Tabela 12** Cenário após realocação da tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
<i>Filipe</i>	1	1	4	2	2
<i>Carlos</i>	2	2	2	2	2
<i>Fernando</i>	4	3	3	3	3,25
<i>Alexandre</i>	3	2	1	1	1,75

**Tabela 13** Rankings com realocação para segunda tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre, 2º Filipe e Carlos, 3º Fernando.

De seguida, alocamos a segunda tarefa pendente há mais tempo:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T) <i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	Disponibilidade (D) <i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
<i>Filipe</i>	1	10	80	1	11
<i>Carlos</i>	3	30	73	0	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	60	0	10

**Tabela 14** Cenário após realocação da segunda tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2
Carlos	2	2	2	2	2
Fernando	4	3	3	3	3,25
Alexandre	3	2	1	1	1,75

**Tabela 15** Rankings com realocação para terceira tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre, 2º Filipe e Carlos, 3º Fernando.

Tendo todas as tarefas pendentes alocadas, já estamos em condições de alocar a tarefa original:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B	Tempo Médio de Trabalho Pendente		
Filipe	1	10	90	0	11
Carlos	3	30	73	0	11
Fernando	10	100	67	0	12
Alexandre	5	30	90	0	10

**Tabela 16** Cenário após realocação da terceira tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 1)

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	3	2	1,75
Carlos	2	2	2	2	2
Fernando	4	3	1	3	2,75
Alexandre	3	2	3	1	2,75

**Tabela 17** Rankings após realocação das tarefas pendentes (Caso de Teste 1)

- **Ranking Global:** 1º Filipe, 2º Carlos, 3º Alexandre e Fernando.

**Figura 15** Alocação de tarefa automaticamente no edoclink (Com realocação)

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
Filipe	1	10	<b>100</b>	0	11
Carlos	3	30	73	0	11
Fernando	10	100	67	0	12
Alexandre	5	30	90	0	10

**Tabela 18** Cenário após alocação da tarefa pretendida

Considerando realocação, podemos observar que algumas tarefas foram realocadas a utilizadores diferentes, o que possibilitou que fossem executadas antes do que seriam sem que fosse considerada realocação. Contudo, também podemos concluir que, ao considerarmos a mesma ponderação para todas as métricas, o maior valor do tempo médio de trabalho pendente (disponibilidade) mantém-se nos 100, o que não se traduz numa vantagem considerável.

Neste sentido, de forma a tentar tirar o máximo de partido desta solução de realocação, procurámos testar o mesmo cenário, considerando diferentes percentagens para cada uma das métricas.

### 5.1.2. Caso de Teste 2

Consideremos agora caso de teste 2, semelhante ao caso anteriormente descrito, mas com ponderações distintas:

- Qualidade (Q): 0,15
- Tempo (T): 0,3
- Disponibilidade (D): 0,4
- Custo (C): 0,15

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T) <i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	Disponibilidade (D) <i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
<i>Filipe</i>	1	10	100	2	11
<i>Carlos</i>	3	30	73	1	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	0	0	10

**Tabela 19** Dados Iniciais (Caso de Teste 2)

### Caso de Teste 2: Sem Realocação

Sem contemplar realocação, considerando os dados iniciais do caso de teste 2, os rankings obtidos seriam os seguintes:

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
<i>Filipe</i>	1	1	4	2	2,35
<i>Carlos</i>	2	2	3	2	2,4
<i>Fernando</i>	4	3	2	3	2,75
<i>Alexandre</i>	3	2	1	1	1,6

**Tabela 20** Rankings sem Realocação (Caso de Teste 2)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre; 2º Filipe; 3º Carlos; 4º Fernando.

Assim, a nova tarefa seria alocada ao Alexandre, que obteve a o primeiro lugar no ranking global.

### Caso de Teste 2: Com Realocação

Antes de alocarmos a nossa tarefa, pretendemos realocar as três tarefas que ainda não foram iniciadas, pelo que obtemos os seguintes valores para a Disponibilidade.

Colaborador	Disponibilidade (D) Tempo Médio de Trabalho Pendente
Filipe	80
Carlos	43
Fernando	67
Alexandre	0

**Tabela 21** Disponibilidade com Realocação (Caso de Teste 2)

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T) Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B	Disponibilidade (D) Tempo Médio de Trabalho Pendente	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
Filipe	1	10	80	2	11
Carlos	3	30	43	1	11
Fernando	10	100	67	0	12
Alexandre	5	30	0	0	10

**Tabela 22** Cenário com Realocação (Caso de Teste 2)

Considerando as novas ponderações, onde damos maior destaque à Disponibilidade, e os novos valores de Tempo Médio de Trabalho Pendente, obtemos o seguinte ranking:

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2,35
Carlos	2	2	2	2	2
Fernando	4	3	3	3	3,15
Alexandre	3	2	1	1	1,6

**Tabela 23** Rankings com realocação para tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 2)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre, 2º Carlos, 3º Filipe e 4º Fernando.

Alocando a tarefa pendente há mais tempo ao Carlos, obtemos o seguinte:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
<i>Filipe</i>	1	10	80	1	11
<i>Carlos</i>	3	30	43	1	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	30	0	10

**Tabela 24** Cenário após realocação da tarefa pendente há mais tempo (*Caso de Teste 2*)

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
<i>Filipe</i>	1	1	4	2	2,35
<i>Carlos</i>	2	2	2	2	2
<i>Fernando</i>	4	3	3	3	3,15
<i>Alexandre</i>	3	2	1	1	1,6

**Tabela 25** Rankings com realocação para a segunda tarefa pendente há mais tempo (*Caso de Teste 2*)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre, 2º Carlos, 3º Filipe e 4º Fernando.

Posto isto, a segunda tarefa pendente há mais tempo é naturalmente alocada ao Alexandre, obtendo-se o seguinte:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
<i>Filipe</i>	1	10	80	1	11
<i>Carlos</i>	3	30	43	0	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	60	0	10

**Tabela 26** Cenário após realocação da segunda tarefa pendente há mais tempo (*Caso de Teste 2*)

De seguida, pretendemos alocar a última tarefa pendente. Obtemos o seguinte:

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2,35
Carlos	2	2	1	2	1,6
Fernando	4	3	3	3	3,15
Alexandre	3	2	2	1	2

**Tabela 27** Rankings com realocação para a terceira tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 2)

- **Ranking Global:** 1º Carlos, 2º Alexandre, 3º Filipe, 4º Fernando.

Estão realocadas todas as tarefas pendentes. Vamos então alocar a tarefa pretendida:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
Filipe	1	10	80	0	11
Carlos	3	30	73	0	11
Fernando	10	100	67	0	12
Alexandre	5	30	60	0	10

**Tabela 28** Cenário após realocação da terceira tarefa pendente há mais tempo (Caso de Teste 2)

Colaborador	Ranking (Q)	Ranking (T)	Ranking (D)	Ranking (C)	Resultado
Filipe	1	1	4	2	2,35
Carlos	2	2	3	2	2,4
Fernando	4	3	2	3	2,75
Alexandre	3	2	1	1	1,6

**Tabela 29** Rankings após realocação das tarefas pendentes (Caso de Teste 2)

- **Ranking Global:** 1º Alexandre, 2º Filipe, 3º Carlos, 4º Fernando.

A tarefa pretendida seria alocada ao Alexandre, obtendo-se a seguinte situação:

Colaborador	Qualidade (Q)	Tempo (T)	Disponibilidade (D)	Nº Tarefas Alocadas por Iniciar	Custo (C)
		<i>Tempo Médio de Execução da Tarefa Tipo B</i>	<i>Tempo Médio de Trabalho Pendente</i>		
<i>Filipe</i>	1	10	80	0	11
<i>Carlos</i>	3	30	73	0	11
<i>Fernando</i>	10	100	67	0	12
<i>Alexandre</i>	5	30	90	0	10

**Tabela 30** Cenário após alocação da tarefa pretendida (*Caso de Teste 2*)

Considerando percentagens de ponderações diferentes, onde é dada maior relevância à métrica da Disponibilidade, foi obtido um maior equilíbrio da carga de trabalho de cada colaborador, assim como uma diminuição do valor máximo do tempo médio de trabalho pendente, o que se traduz numa otimização dos recursos.



## 5.2. Projeto Cliente

A metodologia de simulação não nos permite avaliar casos reais, somente cenários controlados, dependentes de nós. Esta situação conduz-nos à necessidade de ter um segundo procedimento, o projeto cliente, que valida cenários reais, não controlados por nós.

De facto, é fundamental testar uma solução num ambiente controlado, onde sabemos de antemão qual o resultado que o algoritmo deve devolver. Este tipo de cenários permite-nos uma análise mais criteriosa e pormenorizada, sobre a qual podemos ir introduzindo sequencialmente melhorias, e testá-las de seguida.

Contudo, este tipo de ambientes impossibilita-nos muitas vezes de encontrar lacunas no nosso trabalho, na medida em que não somos expostos a situações imprevisíveis, para as quais não temos resposta previamente. Assim, a realização de um projeto-piloto num cliente que já possui a solução de gestão documental e *workflow edoclink*, permite-nos avaliar a utilidade e qualidade da solução encontrada, assim como ultrapassar as barreiras dos cenários controlados.

No dia de hoje, o trabalho a apresentado encontra-se finalizado e será integrado numa *release* futura do produto edoclink. No entanto, devido a questões burocráticas externas a este trabalho, não nos foi possível realizar o projeto-piloto num cliente em tempo útil.

Em alternativa, foi realizado um mini projeto-piloto, onde a equipa de consultoria do edoclink implementou vários processos de negócio. Este projeto assentou sobre três fases fundamentais:

- **Formação:** apresentação da solução apresentada à equipa de consultoria do edoclink.
- **Desenvolvimento:** configuração e execução de testes a casos reais, por cada membro da equipa de consultoria do edoclink.
- **Avaliação:** análise ao feedback recebido por cada elemento da equipa de consultoria, através do preenchimento de um questionário.

Com base na metodologia desenvolvida por Edith De Leeuw [22], os questionários escritos destinaram-se à equipa de consultoria, que é composta por 10 utilizadores. Cada questionário era constituído por 3 perguntas onde o utilizador tinha que classificar uma frase entre 1 (*caso discordasse totalmente*) e 5 (*caso discordasse totalmente*), e uma pergunta de resposta aberta, onde cada membro da equipa podia deixar um comentário ou sugestão adicional. Na generalidade, os resultados obtidos mostraram-se bastante positivos.

A primeira pergunta teve como objetivo perceber se a equipa achou a funcionalidade desenvolvida fácil de aprender e usar. As respostas foram bastante positivas, uma vez que 90% dos inquiridos respondeu com o valor máximo (5).

A segunda pergunta pretendia averiguar se os inquiridos acham que esta funcionalidade é uma mais-valia para o produto. 8 dos inquiridos respondeu com o valor 5 e os restantes 2 responderam com 4.

A terceira pergunta teve como objetivo inferir se a equipa gostaria de ter disponível esta funcionalidade numa versão futura do edoclink. As respostas dividiram-se entre os valores 5 (80%) e 4 (20%).

Por fim, gostaríamos de destacar alguns dos comentários que achámos mais relevantes:

*“Temos muitos clientes que nos perguntam se o produto consegue alocar de forma inteligente as tarefas aos colaboradores, ao qual temos que dizer que não. Com esta funcionalidade, já será possível!”*

*“Muito fácil de aprender e útil.”*

*“Potencia bastante o produto que atualmente temos.”*

*“Grande mais-valia para o cliente.”*

## 6. Avaliação

Com o intuito de avaliar a solução desenvolvida, procurámos validar esta situação através de simulação e através de projeto-cliente.

Assim, de forma a validar a eficiência do algoritmo, o primeiro passo foi tentar tipificar os clientes do edoclink em pequeno, médio e grande, de acordo com o volume da sua tabela de etapas. Obtivemos os seguintes resultados:

Dimensão da Base de Dados		Execução (1)	Execução (2)	Execução (3)	Execução (4)	Execução (5)	Média
<b>Pequena</b> (Cerca de 3400 etapas)	Sem Realocação	0,046seg	0,045seg	0,047seg	0,045seg	0,048seg	<b>0,0462seg</b>
	Com Realocação	0,472seg	0,477seg	0,472seg	0,461seg	0,469seg	<b>0,4702seg</b>
<b>Média</b> (Mais comum entre clientes. Cerca de 15000 etapas)	Sem Realocação	0,051seg	0,053seg	0,051seg	0,057seg	0,052seg	<b>0,0528seg</b>
	Com Realocação	0,539seg	0,540seg	0,538seg	0,0539seg	0,538seg	<b>0,5388seg</b>

**Tabela 31** Simulação em Bases de Dados de Testes de Clientes edoclink

A demonstração através de simulação foi efetuada, tendo sido testados vários casos, de diferentes graus de complexidade. Os resultados obtidos revelaram-se bastante satisfatórios, tendo-nos permitido validar o sucesso deste trabalho.

Devido ao facto de não existir uma Base de Dados de testes de grande dimensão, não foi possível testar este cenário. Ainda assim, comparando o volume do cliente pequeno e típico (médio), que é cerca de 4 vezes maior, verificámos que não existe um crescimento linear, o que nos leva a crer que a performance num cliente de grandes dimensões também apresentaria resultados satisfatórios.

Por questões relacionadas com RGPD, externas ao desenvolvimento deste trabalho, não nos foi possível realizar o projeto-piloto num cliente em tempo útil. Contudo, de forma a obter algum feedback proveniente de utilizadores que trabalham com o edoclink diariamente, a equipa de consultoria implementou um conjunto de processos de negócio recorrendo à solução desenvolvida e respondeu posteriormente a um questionário, onde nos indicou o seu feedback relativamente ao tópico, que foi bastante positivo.

Embora a solução com realocação tenha apresentado melhores resultados, identificámos uma desvantagem no decurso deste trabalho. O facto da fila de trabalho de cada colaborador não ser fixa

e, portanto, estar em constante mudança, promove alguma instabilidade na gestão de tempo de cada colaborador.

# 7. Conclusão

Neste capítulo, primeiramente, são apresentadas as contribuições realizadas com este trabalho e, posteriormente, apresentadas algumas ideias de trabalho futuro que podem complementar e enriquecer a solução apresentada.

## 7.1. Contribuições

Como resultado do trabalho aqui exposto foram atingidos os objetivos previamente estabelecidos, assim como realizadas contribuições a nível teórico e prático.

De um ponto de vista teórico, o desenvolvimento deste trabalho permitiu formalizar um conjunto de métricas para a alocação de tarefas, no contexto do produto edoclink, onde se destaca a Qualidade, a Disponibilidade, o Tempo e o Custo. Todas estas métricas são parametrizáveis, o que significa que lhes pode ser atribuída uma ponderação, consoante a importância que se pretende dar-lhes.

De um ponto de vista prático, a solução desenvolvida cumpre o conjunto de requisitos a que se propõe, possibilitando uma resposta eficaz às necessidades de clientes de distintos contextos organizacionais. Conforme mencionado anteriormente, esta solução integrará uma *release* futura do edoclink, mais concretamente no módulo de *caseool*, um módulo complementar ao produto base.

Através do desenvolvimento deste trabalho, os clientes onde o produto edoclink está implementado poderão fazer uma melhor gestão dos seus recursos, através de uma alocação de recursos inteligente, que tem por base as características de cada utilizador, assim como contexto histórico e temporal no momento da alocação.

## 7.2. Trabalho Futuro

Ainda que os principais objetivos deste trabalho tenham sido atingidos, foram identificados desenvolvimentos adicionais que poderiam complementar e enriquecer a nossa solução.

Uma das melhorias identificada consistiria numa parceria entre os dois produtos da Link Consulting, o **edoclink** e o **ATLAS**.

O ATLAS consiste num repositório de conhecimento que possibilita a manutenção de arquiteturas de processos, serviços, sistemas e tecnologias, assim como as suas relações de dependência. Mais do que um sistema de Enterprise Architecture Management, o ATLAS trata-se de um instrumento de comunicação e de apoio às decisões, dentro das organizações<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Link Consulting, "ATLAS." <https://linkconsulting.com/what-we-do/products/atlas/>

A melhoria identificada passaria por conseguir extrair do desenho BPMN no ATLAS informação pertinente, que poderá determinar a execução do algoritmo. Esta informação seria incluída no fluxo, através de uma nota ligada diretamente à etapa a considerar. Neste sentido, foi identificado o seguinte conjunto de TAGS parametrizáveis:

- Tempo médio de execução por tarefa = X
- Tempo máximo de execução por tarefa = X
- Taxa de Repetição igual/inferior/maior que X
- Número de tarefas pendentes = X
- Custo igual/inferior/maior que X
- Ativar ou desativar alocação automática

Desta forma, no momento em que um fluxo fosse levantado, caso fossem identificadas características destas a considerar na execução do algoritmo, deveriam ser colocadas no fluxo e, posteriormente, lidas pelo ATLAS e implementadas no algoritmo como restrições.

Outra melhoria identificada está relacionada com a instabilidade da fila de trabalho de cada colaborador. Uma forma de mitigar esta instabilidade poderia passar considerar a realocação somente se esta apresentasse resultados acima de um valor percentual decidido ou até mesmo estudar outras ordens de realocação. Neste momento, realocamos da tarefa pendente há mais tempo para a que está pendente há menos tempo. Contudo, poderia ser interessante testar várias opções e verificar a que apresenta melhores resultados.

Na execução desta solução, de forma a ser possível tratar os dados dos colaboradores, recorreremos a rankings (do primeiro ao último lugar). Esta abordagem tem a desvantagem de não considerar a proximidade entre valores, isto é, o primeiro e o segundo lugar de um ranking serão exatamente iguais, seja a distância dos seus valores ínfima ou enorme. Futuramente, poderia ser considerado um estudo mais profundo desta abordagem, de forma a minimizar a discrepância e justiça das posições de cada ranking.

## 8. Bibliografia

- [1] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-33143-5.
- [2] A. Ismaili-Alaoui, K. Benali, K. Baïna, J. Baïna, K. Ba, and J. Ba, “Business Process Instances Scheduling with Human Resources Based on Event Priority Determination,” pp. 118–130, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-96292-4\_10i.
- [3] M. Weske, *Business process management: Concepts, languages, architectures, second edition*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. doi: 10.1007/978-3-642-28616-2.
- [4] R. Uahi and J. L. Pereira, “Alocação de Tarefas em Processos de Negócio Suportados por BPMS”.
- [5] C. Møller, C. J. Maack, and R. D. Tan, “What is Business Process Management: A Two Stage Literature Review of an Emerging Field.” [Online]. Available: <http://www.leximancer.com/>
- [6] M. Arias, R. Saavedra, M. R. Marques, J. Munoz-Gama, and M. Sepúlveda, “Human Resource Allocation in Business Process Management and Process Mining: A Systematic Mapping Study.”
- [7] J. Xu, C. Liu, and X. Zhao, “Resource Allocation vs. Business Process Improvement: How They Impact on Each Other,” 2008, pp. 228–243. doi: 10.1007/978-3-540-85758-7\_18.
- [8] S. Ihde, L. Pufahl, M. Bin Lin, A. Goel, and M. Weske, “Optimized resource allocations in business process models,” in *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2019, vol. 360, pp. 55–71. doi: 10.1007/978-3-030-26643-1\_4.
- [9] M. Armstrong and S. Taylor, *Armstrong’s Handbook of Human Resource Management Practice*, 15th ed. Kogan Page Publishers, 2014.
- [10] A. Dresch, D. Pacheco, J. Lacerda, and A. Valle Antunes Jr, *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. 2015.
- [11] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, “A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,” *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 24, no. 3, pp. 45–78, 2007.
- [12] Georgina Guthrie, “Effective Resource Allocation.”
- [13] edoclink, 2016. edoclink White Paper. , p.17.
- [14] J. Vom Brocke and M. Rosemann, *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, Second., vol. I. 2015.

- [15] M. Arias, E. Rojas, J. Munoz-Gama, and M. Sepúlveda, "A Framework for Recommending Resource Allocation based on Process Mining."
- [16] M. Arias, J. Munoz-Gama, M. Sepúlveda, and J. C. Miranda, "Human resource allocation or recommendation based on multi-factor criteria in on-demand and batch scenarios," *Eur. J. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 3, pp. 364–404, 2018, doi: 10.1504/EJIE.2018.092009.
- [17] R. Akbarinia, E. Pacitti, and P. Valduriez, "Best Position Algorithms for Top-k Queries\*," 2007.
- [18] J. E. L. Gonçalves, "Os impactos das novas tecnologias nas empresas prestadoras de serviços [The impacts of new technologies on service providers]," *Rev. Adm. Empres.*, vol. 34, no. 1, pp. 63–81, 1994.
- [19] L. C. Beraldi and E. Escrivão Filho, "Impacto da tecnologia de informação na gestão de pequenas empresas," *Ciência da Informação*, vol. 29, no. 1, pp. 46–50, 2000, doi: 10.1590/s0100-19652000000100005.
- [20] G. Schultz, *Introdução à gestão de organizações*.
- [21] J. Sutherland, "Scrum handbook," *Scrum Train. Inst.*, no. May, p. 464, 2010.
- [22] E. D. de Leeuw, J. J. Hox, and D. A. Dillman, "International Handbook of Survey Methodology," *Int. Handb. Surv. Methodol.*, 2012, doi: 10.4324/9780203843123.