

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À  
ALOCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

APLICAÇÃO AO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DA FNAC  
PORTUGAL

Rodrigo Esteban Teles

Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Gestão de Serviços e da Tecnologia

Orientador:  
Susana Isabel dos Santos Ratinho, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School, Departamento de  
Marketing, Operações e Gestão Geral

Outubro 2018

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À ALOCAÇÃO DE  
RECURSOS HUMANOS NO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DA FNAC PORTUGAL**  
**Rodrigo Esteban Teles**

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À  
ALOCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

APLICAÇÃO AO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DA FNAC  
PORTUGAL

Rodrigo Esteban Teles

Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Gestão de Serviços e da Tecnologia

Orientador:  
Susana Isabel dos Santos Ratinho, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School, Departamento de  
Marketing, Operações e Gestão Geral

Outubro 2018

## ABSTRACT

The human resource allocation is one of the areas where middle managers with operational functions can contribute to cost reduction and greater efficiency in logistics operations. The process of human resource allocation is highly influenced by information, and when it is made available updated and reliable, the allocation of human resources is an easier process and it becomes based on real data.

The need for a tool to support the human resource allocation process emerged in the article labeling process carried out at the Fnac Portugal distribution center. It was verified that the allocation process consumed time of operation to the responsible, and did not always present results adapted to the operational needs.

The objective of this project is to present the development of a tool to support the human resource allocation process, created for the article labeling process of Fnac distribution center. For the development of the tool, the labeling KPIs were calculated, which served as inputs to the model formulated in linear programming, which was optimized using the Open Solver. Finally, a visual interface was developed that allows an easy use and interpretation of the tool.

The tool was tested in the article labeling process and it is concluded that it helps to reduce the time spent in the process of allocating human resources, facilitates team management and generates results based on daily demand, adapted to the operational need of the article labeling process.

**Keywords:** Human Resource Allocation, Article Labeling, Fnac, Key Performance Indicators, Linear Programming, Open Solver.

## RESUMO

A alocação de recursos humanos é uma das áreas onde os gestores de níveis intermédios e com funções operacionais poderão contribuir para a redução de custos e para uma maior eficiência das operações logísticas. O processo de alocação de recursos humanos é altamente influenciado pela informação, sendo que quando a mesma é disponibilizada atualizada, e fiável, a alocação de recursos humanos torna-se facilitada e fundamentada em dados reais.

A necessidade de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos surgiu no processo de etiquetagem de artigos realizado no centro de distribuição da Fnac Portugal. Verificou-se que o processo de alocação realizado consumia tempo de operação ao responsável e nem sempre apresentava resultados adaptados à necessidade da operação diária de etiquetagem.

O objetivo deste projeto é apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos criada para o processo de etiquetagem de artigos do centro de distribuição da Fnac. Para o desenvolvimento da ferramenta, foram calculados os KPIs de produtividade de etiquetagem que serviram de *input* ao modelo formulado em programação linear, otimizado utilizando o Open Solver. Por fim foi desenvolvida uma interface visual que permite uma fácil utilização e interpretação da ferramenta.

A ferramenta foi testada no processo de etiquetagem e conclui-se que a mesma ajuda a reduzir o tempo despendido no processo de alocação de recursos humanos, facilita a gestão da equipa e gera resultados com base na procura diária, adaptados à necessidade operacional.

**Palavras-chave:** Alocação de Recursos Humanos, Etiquetagem de Artigos, Fnac, *Key Performance Indicators*, Programação Linear, Open Solver.

## AGRADECIMENTOS

O Mestrado em Gestão de Serviços e da Tecnologia tem sido uma grande experiência na minha vida académica e em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família a possibilidade de poder continuar com a minha formação académica, sem eles e sem a sua força nada seria possível.

Em segundo lugar, queria deixar o meu obrigado a todos os meus colegas e amigos que com a sua sabedoria, motivação e apoio me permitiram que a jornada da elaboração da tese de mestrado fosse uma grande aventura.

Gostaria também de agradecer à minha orientadora a Professora Susana Ratinho, por aceitar este desafio e por me ter acompanhado durante este caminho. Um especial obrigado também a toda a equipa da CROSS Logistics pelo apoio demonstrado durante esta etapa.

Um especial agradecimento também a todos os elementos da Fnac por me terem concedido a oportunidade de desenvolver uma ferramenta que sem dúvida será uma mais valia para a sua operação. Agradecer também a disponibilidade da equipa, Miguel Lopes, Tiago Figueirôa e Bruno Canto, que estiveram presentes para o esclarecimento de eventuais dúvidas durante o desenvolvimento deste projeto.

Por fim um agradecimento à minha namorada pelo apoio, força e paciência durante esta jornada, que me permitiu alcançar o meu objetivo.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Introdução</b> .....   | 1  |
| <b>1.1 Objetivo do Projeto e Exposição do Problema</b> .....       | 3  |
| <b>1.2 Questões de Investigação</b> .....                          | 4  |
| <b>1.3 Estrutura do Projeto</b> .....                              | 4  |
| <b>2. Revisão de Literatura</b> .....                              | 7  |
| <b>2.1 Logística e a Cadeia de Abastecimento</b> .....             | 7  |
| <b>2.2 Funcionalidades e Tipologias de Armazéns</b> .....          | 8  |
| <b>2.2.1 Tipos de Armazéns</b> .....                               | 9  |
| <b>2.3 Processos</b> .....   | 10 |
| <b>2.3.1 Hierarquia de processos</b> .....                         | 11 |
| <b>2.3.2 Processos na armazenagem</b> .....                        | 11 |
| <b>2.3.3 Key Performance Indicators</b> .....                      | 13 |
| <b>2.4 Fases de Decisão na Cadeia de Abastecimento</b> .....       | 14 |
| <b>2.4.1 Design ou Estratégia da Cadeia de Abastecimento</b> ..... | 14 |
| <b>2.4.2 Planeamento da Cadeia de Abastecimento</b> .....          | 15 |
| <b>2.4.3 Operacionalização da Cadeia de Abastecimento</b> .....    | 15 |
| <b>2.5 Alocação de Recursos</b> .....                              | 16 |
| <b>2.5.1 Problema de Alocação de Recursos (PAR)</b> .....          | 16 |
| <b>2.5.2 Problema de Alocação de Recursos Humanos (PARH)</b> ..... | 16 |
| <b>2.5.3 Exemplos de aplicação do PARH</b> .....                   | 17 |
| <b>2.5.4 Estudo de Pentico</b> .....                               | 18 |
| <b>2.6 Equipas Polivalentes ou Multifuncionais</b> .....           | 20 |
| <b>2.7 Programação Linear</b> .....                                | 20 |
| <b>2.7.1 Método Simplex</b> .....                                  | 21 |
| <b>2.8 Microsoft Excel</b> .....                                   | 21 |
| <b>2.8.1 Microsoft Excel Solver</b> .....                          | 21 |
| <b>2.8.2 Open Solver</b> .....                                     | 22 |
| <b>3. Referência Conceptual</b> .....                              | 23 |
| <b>4. Metodologia</b> .....  | 27 |
| <b>4.1 Contextualização do Problema</b> .....                      | 28 |
| <b>4.2 Recolha e Análise de Dados</b> .....                        | 28 |
| <b>4.3 Elaboração de KPIs</b> .....                                | 29 |
| <b>4.4 Modelo em PL</b> .....                                      | 29 |
| <b>4.5 Desenvolvimento da Ferramenta</b> .....                     | 30 |
| <b>4.5.1 Método de resolução do modelo em PL</b> .....             | 30 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.5.2 | Interface Visual da Ferramenta.....                                  | 30 |
| 4.6   | Implementação e Teste.....   | 30 |
| 5.    | Caso de Estudo: Fnac Portugal.....                                   | 31 |
| 5.1   | Introdução à Organização.....  | 31 |
| 5.2   | Logística e Cadeia de Abastecimento na Fnac Portugal.....            | 31 |
| 5.2.1 | Centro de Distribuição Fnac Portugal.....                            | 32 |
| 5.2.2 | Classificação de artigos Fnac.....                                   | 34 |
| 5.3   | Alocação de Recursos Humanos no Processo de Etiquetagem.....         | 35 |
| 5.3.1 | Importância da Alocação de RHs na Operação da Fnac.....              | 35 |
| 5.3.2 | Processo de Etiquetagem.....   | 35 |
| 5.3.3 | Alocação de Recursos Humanos no Processo de Etiquetagem (AS-IS)..... | 36 |
| 5.3.4 | Tipos de Etiquetagem.....  | 38 |
| 5.3.5 | RAFAGA.....  | 40 |
| 5.3.6 | Posto de Etiquetagem.....  | 40 |
| 5.3.7 | Tipo de Recursos.....  | 41 |
| 5.4   | Ferramenta de Apoio à Alocação de Recursos Humanos.....              | 41 |
| 5.4.1 | Seleção do Processo.....   | 42 |
| 5.4.2 | Definição do Problema.....   | 42 |
| 5.4.3 | Cálculo de KPIs de Produtividade.....                                | 42 |
| 5.4.4 | Modelo em PL.....  | 49 |
| 5.4.5 | Formulação do Modelo.....  | 51 |
| 5.4.6 | Resolução do Modelo em PL.....                                       | 51 |
| 5.4.7 | Output Modelo.....   | 53 |
| 5.4.8 | Interface Visual da Ferramenta.....                                  | 54 |
| 5.5   | Implementação e Teste da Ferramenta.....                             | 59 |
| 5.5.1 | Processo de Alocação de Recursos Humanos (TO-BE).....                | 60 |
| 6.    | Sugestões de Melhoria.....   | 61 |
| 7.    | Conclusões.....  | 63 |
| 7.1   | Conclusões Finais.....   | 63 |
| 7.2   | Limitações do Estudo.....  | 65 |
| 7.3   | Questões de Investigação.....  | 65 |
| 7.4   | Sugestões para trabalhos futuros.....                                | 67 |
|       | Lista de Referências.....  | 68 |
|       | ANEXOS.....  | 71 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1- Tabela de comparação de modelos .....                                     | 23 |
| Tabela 2- Excerto de um relatório de produtividade do processo de etiquetagem ..... | 43 |
| Tabela 3- Tabela de apoio ao cálculo de KPIs de produtividade.....                  | 44 |
| Tabela 4- Tabela com valores de KPIs para cada departamento .....                   | 46 |
| Tabela 5- Correspondência entre departamentos e tipo de equipa .....                | 47 |
| Tabela 6- KPI para cada tipo de equipa do processo de etiquetagem.....              | 48 |
| Tabela 7- Resultados dos testes realizados à ferramenta .....                       | 59 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1- Variação dos KPIs ao longo do período [Jan 2018-Jul 2018]..... | 45 |
|---|----|

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Tipos de KPIs (Meier et al., 2013).....                                       | 14 |
| Figura 2 - Fases de Decisão na Cadeia de Abastecimento (Chopra & Meindl, 2002). ....     | 15 |
| Figura 3 - Modelo Exemplo do Open Solver.....  | 22 |
| Figura 4- Modelo Exemplo Open Solver.....  | 22 |
| Figura 5- Modelo Logístico da Fnac em Portugal .....                                     | 32 |
| Figura 6 - Centro de Distribuição da FNAC (Alverca do Ribatejo).....                     | 33 |
| Figura 7- Divisão Logística Central e WEB centro de distribuição Alverca.....            | 33 |
| Figura 8- Modelação do Processo de Etiquetagem.....                                      | 36 |
| Figura 9- Processo de Alocação de Recursos Humanos (AS- IS) .....                        | 37 |
| Figura 10- Quadro de apoio à alocação de recursos humanos ao processo de etiquetagem.... | 37 |
| Figura 11- Tipos de Etiquetagem presentes no CD da Fnac.....                             | 38 |
| Figura 12- Posto de etiquetagem no CD da Fnac .....                                      | 40 |
| Figura 13- Modelo do Open Solver .....   | 52 |
| Figura 14- Output do Modelo resolvido pelo otimizador Open Solver .....                  | 53 |
| Figura 15- Sheet 00_Interface da ferramenta.....   | 54 |
| Figura 16- Sheet 01_Info da ferramenta .....   | 55 |
| Figura 17- Sheet 02_Parâmetros da ferramenta.....  | 55 |
| Figura 18- Sheet 03_OpenSolver.....  | 56 |
| Figura 19- Sheet 04_Output.....  | 57 |
| Figura 20- Sheet 05_Histórico .....  | 58 |
| Figura 21- Processo de Alocação de Recursos Humanos TO-BE.....                           | 60 |

## LISTA DE ACRÓNIMOS

| <u>Acrónimo:</u> | <u>Significado:</u>                                      |
|------------------|--|
| BPMN             | <i>Business Process Model and Notation</i>               |
| COIN-OR          | <i>Computational Infrastructure for OR</i>               |
| CSCMP            | <i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>  |
| ERP              | <i>Enterprise Resource Planning</i>                      |
| IEEE             | <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> |
| KPI              | <i>Key Performance Indicator</i>                         |
| PAR              | Problema de Alocação de Recursos                         |
| PARH             | Problema de Alocação de Recursos Humanos                 |
| PL               | Programação Linear                                       |
| PT's             | Produtos Técnicos  |
| PSL              | Prestadores de Serviços Logísticos                       |
| PVA              | Processo de Valor Acrescentado                           |
| RHs              | Recursos Humanos   |
| SKU              | <i>Stock Keeping Unit</i>                                |

## 1. Introdução

Numa economia cada vez mais competitiva e exigente é fundamental para as empresas responder às necessidades dos seus clientes da maneira mais eficiente possível, com o objetivo de manter e ou melhorar sempre que possível os seus níveis de serviço.

Os armazéns são os elos primários entre produtores e clientes no sistema logístico, sendo que desempenham um papel fundamental nas cadeias de abastecimento pelo que a sua gestão é essencial para cumprir com as necessidades dos clientes, cumprir os níveis de serviço e minimizar custos (Bowersox, Closs, & Cooper, 2002).

Determinar o número de recursos humanos ideal para cada função ou área, numa operação logística nem sempre é uma tarefa fácil. Muitas das vezes estes processos de tomada de decisão resultam da experiência de chefes de equipa, no entanto, estes poderão apresentar resultados questionáveis. Esta tomada de decisão é sempre condicionada pela informação disponível, sendo que quando se dispõe de informação fiável e atualizada este processo, torna-se mais fácil.

Problemas económicos nas organizações poderão surgir muitas das vezes quando os recursos não são corretamente alocados ou utilizados (Akiniyi, 2008). Possuir um correto número de recursos humanos constitui uma capacidade estratégica e determina o desempenho da empresa (Lopez-Cabrales, Valle, & Herrero, 2006), é por isso importante para as organizações saber qual o número ideal de funcionários para desempenhar as suas atividades, como também saber onde os mesmos deverão ser alocados.

Para que os recursos sejam alocados da maneira mais eficiente numa operação logística a rotação e a flexibilidade são variáveis importantes. A rotação de trabalho pode ser definida como o movimento sistemático de funcionários de uma atividade/tarefa para outra (Malinski, 2002), isto significa que os funcionários deverão ser capazes de realizar múltiplas atividades e tarefas presentes num armazém de logística.

Apesar de em armazéns de logística a rotação dos funcionários apresentar algumas limitações, pois, por exemplo, nem todos os funcionários são capazes de conduzir um empilhador ou capazes de realizar uma correta receção de materiais (Van den Berg, 2007), muitas

organizações estão a aperceber-se da importância de possuir uma equipa dinâmica e flexível especialmente em mercados altamente competitivos (Collinson, 2001).

A Fnac é um retalhista que apresenta uma ampla variada de artigos tanto nas áreas editoriais como nas áreas tecnológicas. A Fnac é conhecida pela sua oferta inigualável e apresenta atualmente trinta lojas físicas em Portugal, e a loja online a Fnac.pt.

A Fnac em Portugal tem a sua logística de armazenagem centralizada no seu centro de distribuição em Alverca, e um dos processos de maior relevância realizados no centro de distribuição é o da etiquetagem de artigos.

O processo de alocação de recursos humanos no processo de etiquetagem é realizado pelo Responsável Departamento Logística Central (RD Logística Central). Além de este ser um processo manual que consome tempo de operação, é um processo que obriga à realização de uma série de passos e cálculos, o que torna o processo mais complexo, visto que não existe nenhuma ferramenta de apoio ao mesmo.

O projeto – empresa desenvolvido consiste num projeto onde o mestrando esteve responsável pelo desenvolvimento e implementação de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos no processo de etiquetagem de artigos realizado no centro de distribuição da Fnac.

O desenvolvimento, e o uso desta ferramenta permitiu tornar o processo de alocação de recursos humanos mais célere, e possibilitou que o mesmo seja fundamentado, visto que a ferramenta fornece a alocação ótima de recursos humanos com base em dados reais de procura diária da quantidade de artigos a etiquetar.

## 1.1 Objetivo do Projeto e Exposição do Problema

O objetivo do seguinte projeto é desenvolver uma ferramenta de suporte à tomada de decisão para alocação de recursos humanos na operação diária, de um dos processos com maior relevância do centro de distribuição da Fnac, localizado em Alverca.

Apesar da operação da Fnac estar montada para suportar tanto o abastecimento às lojas como aos consumidores, as ineficiências operacionais sentem-se, principalmente, nos momentos de pico da actividade, como por exemplo em alturas de campanhas promocionais, ou em épocas festivas como o natal.

A determinação do número de recursos humanos a alocar às mesas de etiquetagem na operação diária do centro de distribuição da Fnac é um processo manual. Sabe-se também que a tomada de decisão no momento da alocação de recursos humanos é sempre determinada pela informação disponível, sendo que quando se dispõe de uma informação fidedigna e em tempo real, a mesma tomada de decisão se torna mais fiável e ajustada à realidade.

Os objetivos com o desenvolvimento e aplicabilidade da ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos na operação da Fnac são:

- Garantir que o número de recursos humanos para fazer face aos objetivos diários de etiquetagem está adequado;
- Reduzir o tempo despendido na determinação do número de recursos humanos necessários a alocar em cada área e quantidade de postos de etiquetagem por cada área;
- Possibilidade de seguimento de KPIs de produtividade;
- Possibilidade de adaptação da ferramenta a outros processos no centro de distribuição da Fnac;
- Possibilidade de dispor de uma ferramenta interativa, suportada em dados reais e desenvolvida especificamente para o processo de etiquetagem;

A ferramenta será especialmente desenvolvida para o processo de etiquetagem de artigos na logística central do centro de distribuição, e a finalidade da mesma será apoiar a alocação de recursos humanos aos vários tipos de etiquetagem, ajudando a determinar o número de recursos humanos necessários para serem alocados a cada tipo de mesa de etiquetagem.

## 1.2 Questões de Investigação

Tendo em conta a exposição do problema e os objetivos apresentados, existem uma série de questões às quais se pretende dar resposta:

- Qual a melhor metodologia a utilizar no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos?
- Que podem as organizações fazer para otimizar a utilização dos seus recursos humanos numa operação logística?
- Qual a relevância que uma ferramenta deste tipo poderá ter em operações que envolvam muitos recursos humanos?
- Qual o melhor otimizador a ser utilizado na resolução de problemas de otimização envolvendo a alocação de recursos humanos?

## 1.3 Estrutura do Projeto

O projeto encontra-se dividido nos seguintes capítulos:

### Capítulo 1 - Introdução

No primeiro capítulo pretende-se dar conhecimento ao leitor sobre o enquadramento da problemática da alocação de recursos humanos no projeto, dando a conhecer as motivações para a realização deste projeto assim como expor os objetivos do mesmo.

### Capítulo 2 - Revisão de Literatura

No capítulo da revisão de literatura foram levantados exemplos de estudos na área que pudessem trazer *inputs* para a realização do projeto. Foi importante nesta fase aprofundar conhecimentos ligados com a logística ligada aos centros de distribuição com foco na vertente processual. Foi também importante estudar a temática dos KPIs e o seu uso nas organizações, e também a existência de equipas polivalentes ou multifuncionais que possam suportar uma flexível alocação de recursos humanos numa organização.

Igualmente relevante foi o levantamento dos métodos utilizados por outros autores para a resolução de problemas semelhantes e as áreas onde estes foram aplicados. Estudaram-se variações aos modelos apresentados por Pentico (2007), onde se analisaram as principais variações dos mesmos. Por fim estuda-se na vertente da otimização, a possibilidade de utilizar

o Open Solver para a resolução do problema definido em programação linear em detrimento do uso de outros otimizadores.

### **Capítulo 3 – Referência Conceptual**

Este capítulo tem como objetivo resumir a informação analisada no capítulo anterior definindo assim quais os *inputs* retirados para o desenvolvimento da ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos. Neste capítulo é feita uma comparação entre os vários modelos apresentados por Pentico (2007) selecionando-se assim o modelo que melhor se adapta à problemática do projeto.

### **Capítulo 4 – Metodologia**

No quarto capítulo será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto, apresentando assim qual a abordagem levada a cabo desde a contextualização do problema até ao desenvolvimento e implementação da ferramenta.

### **Capítulo 5 – Caso de Estudo**

Este capítulo inicia-se com a introdução da empresa Fnac, na qual irá ser implementada a ferramenta, além de focar em pontos importantes da organização começa-se por analisar mais aprofundadamente a sua atividade logística, em específico a atividade do centro de distribuição.

De seguida é estudado em específico o processo de etiquetagem de artigos na logística central do centro de distribuição, começa-se por analisar o processo em si e exploram-se os vários tipos de etiquetagem, são também estudados os vários postos de etiquetagem e é também mencionada a importância da alocação de recursos humanos neste processo, e quais os passos efetuados para esta alocação.

No que ao desenvolvimento da ferramenta diz respeito começa-se por apresentar quais os passos levados a cabo para a determinação dos KPIs referentes ao processo de etiquetagem, seguindo-se a definição do problema em questão, em seguida é formulado o modelo em programação linear com todas as suas restrições, variáveis e função objetivo. Após a formulação do modelo é apresentada a metodologia proposta para a resolução do mesmo, e é também apresentado a interface visual concebida para a ferramenta.

Por fim apresentam-se os resultados dos testes realizados à ferramenta na operação de etiquetagem da Fnac, e a modulação do novo processo de alocação de recursos humanos.

### **Capítulo 6 – Sugestões de Melhoria**

No sexto capítulo, são sugeridas algumas sugestões de melhoria que poderão permitir melhorias operacionais no centro de distribuição da Fnac, em específico no processo de etiquetagem. Estas sugestões centram-se mais na vertente dos sistemas de informação, no entanto focam-se também em aspetos mais operacionais do processo.

### **Capítulo 7 – Conclusões**

No último capítulo serão apresentadas as conclusões finais do trabalho incluindo conclusões aos testes realizados à ferramenta, as respostas encontradas para as questões de investigação propostas, as limitações do estudo, e também sugestões para trabalhos futuros.

## **2. Revisão de Literatura**

O capítulo da revisão de literatura, aborda os temas, os modelos e conceitos que sustentam a Tese de Mestrado, através deste capítulo foi possível analisar estudos desenvolvidos sobre a problemática em questão, com o objetivo final de encontrar um método de resolução para o problema de alocação de recursos humanos do processo de etiquetagem da Fnac .

Os conteúdos utilizados foram pesquisados através dos motores de busca como a Science Direct, Google Scholar, B-on e IEEE Xplore. Os principais temas abordados foram os papéis dos armazéns nas cadeias de abastecimento e os principais processos presentes nos mesmos, a problemática da alocação de recursos e em específico, a alocação de recursos humanos, a multifuncionalidade de equipas de trabalho, a programação linear, e a utilização do Microsoft Excel e o Open Solver na resolução de problemas de programação linear.

### **2.1 Logística e a Cadeia de Abastecimento**

Por vezes não é fácil encontrar uma definição para os conceitos de logística e de cadeia de abastecimento. Martin Christopher (2011) define logística como a estrutura e orientação que sustenta o fluxo de materiais e informação de um negócio. A Gestão da Cadeia de Abastecimento sustenta-se na logística e procura a articulação e coordenação entre os processos de todas as entidades presentes na cadeia, fornecedores, clientes, e outras organizações.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010) a gestão logística ou logística é a parte da gestão da Cadeia de Abastecimento responsável pelo planeamento, implementação e controlo eficiente e eficaz do fluxo direto e inverso, e das operações de armazenamento de mercadorias, serviços e informação relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo para fazer face aos requisitos e necessidades dos clientes.

A logística é parte integrante da cadeia de abastecimento que assume a função de movimentar fisicamente os materiais desde um ponto de origem até um ponto destino (podendo tratar-se da logística direta – como, por exemplo, a distribuição de um produto desde um centro de distribuição até um ponto de venda – ou da logística indireta – como a recolha de resíduos para reciclagem). Para que estas movimentações físicas ocorram terão que existir fluxos informacionais que auxiliem o planeamento das operações.

## 2.2 Funcionalidades e Tipologias de Armazéns

O sistema logístico de uma organização deverá ser montado com vista à criação de valor para o cliente. Deste modo deverão ser desempenhadas um conjunto de atividades que permitam a disponibilização do artigo desejado pelo cliente, no local correto, no tempo certo e na quantidade correta, visando sempre a minimização dos custos. Para que isto seja possível o papel de um armazém é fulcral, pois para que se possa cumprir com a proposta de valor apresentada ao cliente deverão ser desempenhadas um conjunto de funções de armazenagem e transporte.

Na visão mais tradicional, os armazéns têm como função fornecer espaço para constituir stock de matérias primas e produtos acabados. No entanto ao longo dos anos as funções de um armazém e a sua importância nas cadeias de abastecimento tem crescido (Sanders & Ritzman, 2004).

Hompel e Schmidt (2007) referem que embora o termo armazenagem tenha uma conotação menos positiva devido aos elevados custos que acarreta, muitas organizações veem-se obrigadas a fazer uso da mesma. Hompel e Schmidt (2007) enumeram também algumas das razões pelas quais as organizações deverão implementar e operar sistemas de armazenamento ao longo da cadeia de abastecimento:

- **Otimização da performance logística** – disponibilidade de stock para servir as necessidades dos clientes, especialmente importante para mercados localizados a grandes distâncias;
- **Assegurar a Produção** – garantir a disponibilidade de stock para produção;
- **Reduzir custos de transporte** – a consolidação permite otimizar cargas reduzindo assim custos de distribuição levando a um esforço menor em termos logísticos.
- **Tirar partido da posição no mercado** – garantir espaço para possíveis descontos por quantidade;
- **Armazenamento com parte do processo** – certos artigos poderão ter valor acrescentado procedente dos processos de armazenagem;

Outras possíveis vantagens de implementar sistemas de armazenagem poderão ser por exemplo fazer face a:

- **Alterações na procura** - um grande desafio vivido por muitos negócios são as constantes mudanças na procura, muitos setores sofrem com os efeitos da sazonalidade e seria quase impossível para muitas organizações sobreviverem aos efeitos sazonais sem possuir um armazém onde pudessem constituir stock;
- **Alterações na oferta** - mudanças como descidas súbitas de preço em que os ganhos superem os custos de armazenagem, ou necessidade de compras de um determinado tamanho de lote para produção com vista a reduzir os custos de *setup*, poderão ser outros dos fatores que requeiram a utilização de espaço num armazém;

Existe uma tendência para que os armazéns desempenhem outros processos de valor acrescentado (PVA), sendo estes um trabalho adicional à satisfação de encomendas (Bartholdi & Hackman, 2017). Estas atividades poderão facilitar processos a jusante da cadeia, como processos em loja, ou por outro lado poderão acrescentar valor ao material disponibilizado ao cliente. Alguns dos processos de valor acrescentado identificados por Bartholdi e Hackman (2017) são:

- Etiquetagem;
- Reacondicionamento;
- *Kitting*;
- Personalização de artigos;
- Faturação;

Estes processos de valor acrescentado são muitas das vezes “empurrados” para armazéns pois nestes a mão de obra é mais barata, além deste fator é preferível ter o staff disponível em loja para a tarefa mais importante que é a de lidar com o cliente (Bartholdi & Hackman, 2017).

### 2.2.1 Tipos de Armazéns

As tipologias de armazéns enumeradas por Bartholdi e Hackman (2017) no seu livro são cinco, categorizadas principalmente pelo cliente que cada um serve:

- **Centro de distribuição para o retalho** é um centro que abastece normalmente retalhistas sendo estes o seu principal cliente, o abastecimento aos mesmos é realizado

em períodos regulares. Este tipo de armazéns poderá abastecer cadeias de retalhistas com lojas espalhadas por todo o globo;

- **Centro de distribuição de peças**, esta tipologia de armazém é das mais difíceis de gerir. A função desta tipologia de armazém é a de constituir stock de peças para equipamentos e a dificuldade na gestão deste tipo de armazéns concentra-se principalmente na gestão de stocks, pois a procura por certas e determinadas peças poderá ser difícil de prever, obrigando assim a constituir grandes quantidades de stocks de segurança;
- **Armazém de e-commerce**, esta tipologia de armazéns serve clientes finais que colocam encomendas por exemplo através da internet, sendo estas de poucas unidades. O principal desafio destes armazéns é gerir os volumes de pedidos colocados pelos clientes;
- **Armazém 3PL**, um armazém 3PL é um armazém para qual uma empresa terceiriza as suas operações de armazenagem. Um armazém 3PL pode prestar serviços a mais do que um cliente, dependendo sempre da sua capacidade de armazenagem;
- **Armazém de temperatura controlada**, este tipo de armazéns poderá manusear produtos perecíveis tais como alimentos, flores, vacinas ou outras tipologias de artigos que necessitem de temperatura controlada para proteger a sua condição. Estes armazéns representam tipicamente um elo nas cadeias de frio;

### 2.3 Processos

Um processo pode ser definido como uma série de atividades desenhadas para produzir um *output* específico para um cliente ou um mercado. Os processos constituem, portanto, uma série de atividades num determinado espaço e tempo com um início e um fim definidos e com *inputs* e *outputs* bem identificados (Davenport, 1992).

Todas as organizações sejam elas um órgão governamental, uma organização sem fins lucrativos ou uma empresa precisam de gerir os seus processos (Dumas, 2013).

### 2.3.1 Hierarquia de processos

Dentro da hierarquia de processos encontram-se (Serra *et al.*, 2017):

- **Macroprocessos** - impactam o funcionamento das organizações e normalmente envolvem várias funções numa organização;
- **Processos** - podem ser definidos como um conjunto de atividades, eventos e decisões interligadas logicamente, nos quais poderão participar atores internos ou externos à organização, onde poderão existir fluxos de materiais e de informação com vista a alcançar um objetivo específico que vise a criação de valor;
- **Subprocessos** - processos incluídos em outros processos e são operações que têm um objetivo específico de apoio a um processo;
- **Atividades** - conjunto de operações que ocorrem dentro de um processo ou subprocesso;
- **Tarefas** - são um nível mais detalhado dentro das atividades, as tarefas constituem um conjunto de trabalhos a serem realizados que envolvem normalmente rotinas e prazos;

### 2.3.2 Processos na armazenagem

A armazenagem engloba vários processos e atividades que vão desde a entrada até à saída dos materiais. As funções tradicionais poderão ser repartidas entre Inbound com processos como a receção e a armazenagem de materiais e Outbound com processos como o *picking* e a expedição (Tompkins & Smith, 1998, p. 2).

#### a. Processos de Inbound

Os processos de Inbound são todos aqueles afetos à entrada de material num armazém, estes poderão ser: (1) Descarga, (2) Conferência e Receção e (3) Arrumação.

**Descarga:** O processo de descarga normalmente é precedido de um aviso de chegada da mercadoria. Após a sua chegada é realizada a descarga, a mercadoria à chegada poderá vir em paletes, caixas, ou a granel. Os procedimentos e recursos (humanos ou materiais) usados no processo de descarga dependem de organização para organização. A descarga poderá ser realizada inteiramente por operadores ou realizada com auxílio de alguns automatismos.

**Conferência e Receção:** Previamente ao processo de arrumação, caso exista a necessidade de conferir os materiais no momento da sua receção é usado um processo de conferência de material. Esta conferência poderá ser feita para a totalidade dos materiais, por amostragem, ou para certas tipologias de materiais. Neste processo é garantida que a totalidade prevista a rececionar corresponde à quantidade de material rececionada e que o material se encontra em corretas condições.

**Arrumação:** Para que o processo de arrumação ocorra, previamente deverá ser assignado para cada material um local para este ser arrumado, a determinação deste local poderá ser realizada automaticamente através de um sistema de gestão de armazenagem (SGA), ou poderá ser feita manualmente. Após o material ter uma localização dedicada este será arrumado. Os materiais poderão ser arrumados em estantes, *racks*, carrosséis verticais, entre outros. Os equipamentos e recursos utilizados neste processo irão depender de organização para organização.

#### b. Processos de Outbound

Os processos de Outbound são todos aqueles afetos à saída de material de um armazém, estes processos poderão ser: *Picking*, Conferência de *Picking*, Embalagem, Expedição e Carga.

***Picking:*** O *picking* é a atividade mais crítica num armazém, pois é neste processo onde as encomendas dos clientes são preparadas (Prokopenko 1987, p.14). O *picking* pode ser visto como uma atividade que visa a satisfação de encomendas, neste processo é realizada a recolha de artigos consoante os pedidos de clientes, e o objetivo deste processo é satisfazer as mesmas.

As atividades de *picking* poderão ser concentradas numa determinada área de um armazém ou poderão ser realizadas em toda a zona de armazenagem. A área de armazenamento poderá ocupar uma grande extensão e as atividades de *picking* poderão requerer uma grande movimentação por parte dos recursos humanos afetos, sendo que umas das soluções para que não existam tantas deslocações poderá ser a criação de uma área específica para estas atividades (Carvalho, 2010).

Os tipos de *picking* podem ser classificados como (1) *Order Picking* no qual o operador de *picking* executa o *picking* por encomenda, (2) *Batch Picking* no qual um conjunto de encomendas são agrupadas de modo a serem preparadas simultaneamente, traduzindo-se numa

maior produtividade, (3) *Picking by light* que consiste numa metodologia de *picking* que permite a separação de encomendas através do uso de um sistema de luzes e displays, (4) *Picking by line*, metodologia de *picking* onde a preparação das encomendas é feita por corredor ou por linha e o (5) *Zone picking* é um *picking* realizado por zonas, os recursos são normalmente alocados a diferentes zonas para realizar o *picking*;

**Conferência de *Picking*:** Após o processo de *picking* poderá ser levado a cabo um processo de conferência, o objetivo deste processo é garantir que as encomendas contêm as quantidades e os materiais corretos para satisfazer as encomendas dos clientes.

**Preparação da Expedição e Carga:** Os processos de preparação da expedição e carga são os últimos a serem realizados. O processo de preparação da expedição consiste na preparação de paletes para que estas sejam expedidas. Após todas as encomendas estarem prontas e acondicionadas as mesmas serão carregadas para serem expedidas para uma loja específica ou para um cliente.

### **2.3.3 Key Performance Indicators**

Segundo Parmenter (2007) os *Key Performance Indicators (KPIs)* representam um conjunto de medidas focadas nos aspetos do desempenho organizacional que são mais críticos para o sucesso atual e futuro da organização.

Meier (2013) acrescenta ainda que os KPIs representam principalmente informações quantitativas que ilustram a estrutura e os processos de uma organização. Afirma também que nos dias de hoje os mesmos são essenciais para o planeamento e controlo das organizações através da consolidação de informação, criando assim maior transparência e apoiando as tomadas de decisão dos níveis de gestão.

Os KPIs podem então ser divididos segundo Meier (2013) em números absolutos e números relativos, essa distinção é apresentada na figura 1.

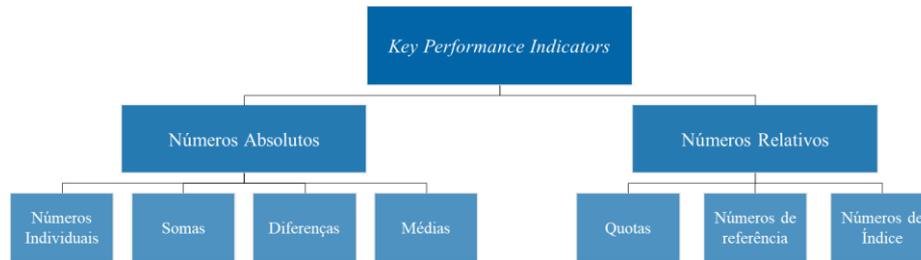


Figura 1 - Tipos de KPIs (Meier et al., 2013).

Segundo Emmett (2005), os KPIs são objetivos ou resultados determinantes para averiguar se alguém consegue realizar as suas tarefas segundo as expectativas definidas. Segundo este, são também uma fonte de comparação entre o estado atual com aquele desejado.

Para poder determinar quais as necessidades em termos de recursos humanos, são muitas vezes utilizados indicadores de desempenho flexíveis e de fácil acompanhamento. A alocação e o planeamento de recursos humanos deverão basear-se na situação atual da organização, comparando sempre com os dados de histórico e procurando sempre oportunidades de melhoria, para tal a existência de KPIs é fundamental.

Na logística e nos seus processos existem uma série de medidas críticas de desempenho que precisam de ser continuamente monitorizadas, cabe, portanto às organizações definirem quais os indicadores de desempenho adequados e quais deverão ser acompanhados e monitorizados.

## 2.4 Fases de Decisão na Cadeia de Abastecimento

Sunil Chopra e Peter Meindl (2002) classificaram as fases de decisão na cadeia de abastecimento em três categorias. Estas fases de decisão variam consoante a frequência e os períodos de tempo no qual a fase tem impacto.

### 2.4.1 Design ou Estratégia da Cadeia de Abastecimento

Nesta fase decide-se a configuração de uma cadeia de abastecimento para um determinado período de anos, sendo tomadas decisões de como irão ser alocados recursos, que processos irão ser desempenhados e quem irá estar responsável pelos mesmos. As decisões a este nível poderão ser (1) manter uma operação *in-house* ou optar por *outsourcing*, (2) a localização e

capacidade de um centro logístico, (3) o modelo logístico a ser adotado, (4) ou que sistemas de informação irá a organização adquirir.

### 2.4.2 Planeamento da Cadeia de Abastecimento

As decisões tomadas nesta fase têm como horizonte temporal um semestre ou um ano. Esta fase inclui tomadas de decisão como, a escolha de mercados a serem fornecidos, avaliação da necessidade de subcontratação ou políticas de stock a serem definidas. Como o horizonte temporal aqui é mais curto que na fase de design ou estratégia, as organizações tentam incorporar uma maior flexibilidade e tentam otimizar a operação para o período em questão. Como resultado desta fase de planeamento as organizações definem políticas que permitam gerir operações num curto espaço de tempo.

### 2.4.3 Operacionalização da Cadeia de Abastecimento

Nesta fase o horizonte temporal poderá ser mensal, semanal ou diário e, durante esta fase, as empresas tomam decisões em relação a pedidos individuais de clientes. São tomadas decisões ao nível operacional. Estas decisões poderão ser de alocação de recursos humanos ou materiais, decisões ao nível das rotas dos transportes ou que métodos de *picking* a adotar. Como estas decisões estão a ser tomadas num horizonte temporal mais curto, existe menos incerteza face à procura. Atendendo as restrições estabelecidas nas fases de estratégia e de planeamento o objetivo é minimizar a incerteza ao máximo e otimizar a operação com vista a cumprir com os níveis de serviço estabelecidos.

As três fases de decisão introduzidas por Sunil Chopra e Peter Meindl (2002) encontram-se representadas na figura 2.

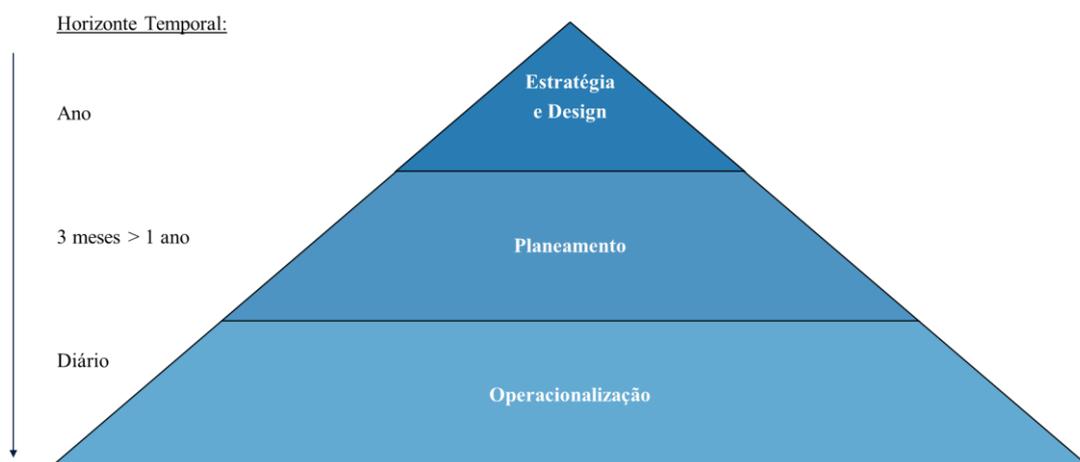


Figura 2 - Fases de Decisão na Cadeia de Abastecimento (Chopra & Meindl, 2002).

## **2.5 Alocação de Recursos**

### **2.5.1 Problema de Alocação de Recursos (PAR)**

O Problema de Alocação de Recursos (PAR) procura encontrar uma alocação ótima para um número fixo de recursos a certas atividades com vista a minimizar o custo.

Uma forma simples do problema é minimizar uma função convexa separável sob uma única restrição relativa à quantidade total de recursos a serem alocados. A quantidade de recursos a serem alocados para cada atividade é tratada como uma variável contínua ou inteira, dependendo dos casos. Isso pode ser visto como um caso especial do problema de programação não-linear ou do problema de programação inteira não-linear (Ibaraki & Katoh, 1988).

O recurso neste tipo de problemas poderá ser uma pessoa ou um ativo material ou capital. Este pode ser usado para atingir um determinado objetivo sendo que o mesmo poderá ser impulsionado por necessidades financeiras específicas das organizações.

### **2.5.2 Problema de Alocação de Recursos Humanos (PARH)**

O problema clássico da alocação é considerado como um caso especial derivado do problema dos transportes, quando o número de recursos é igual ao número de tarefas a serem atribuídas. No entanto é acrescentada uma formulação em programação linear à versão original do problema de alocação (Pentico 2007).

Segundo Bouajaja & Dridi (2017), o problema de alocação de recursos humanos é uma derivação do problema clássico de alocação, a formulação em programação linear continua válida para este problema.

O objetivo do Problema de Alocação de Recursos Humanos segundo Bouajaja & Dridi (2017) é minimizar o custo total, ou maximizar o lucro total da alocação de recursos humanos.

Como os diferentes recursos humanos de uma organização não possuem as mesmas capacidades para executar certas tarefas, a eficiência poderá ser expressa em termos de custo, lucro ou tempo envolvido na execução de um determinado trabalho.

### **2.5.3 Exemplos de aplicação do PARH**

Com o passar do tempo vários estudos têm surgido para fazer face a esta problemática, um dos primeiros estudos a ser realizado foi o estudo dos tempos e movimentos desenvolvido por Frederick W. Taylor em 1911. Este estudo teve por base a procura do método mais eficiente para que uma tarefa fosse realizada.

O método abrangeu uma ampla variedade de procedimentos usados para determinar o tempo necessário, sob condições padrão de medição, para tarefas que envolvessem atividade humana. Após o cálculo dos tempos padrão de um operador para realizar uma determinada tarefa, o método permitia calcular qual o número ideal de funcionários.

Já mais recentemente outros estudos foram surgindo, nomeadamente o estudo de Kwak e Lee (1997) no qual ambos desenvolveram um modelo que tem por base a programação por metas. Este modelo auxilia o planeamento estratégico e a alocação de um número limitado de recursos humanos numa organização no setor da saúde.

O objetivo é alocar o número de recursos humanos adequados para vários turnos de trabalho, que permita alcançar o menor custo possível atingindo os níveis de serviço definidos. O modelo desenvolvido é facilmente adaptado a outros processos de planeamento e de alocação de recursos.

Anos mais tarde, Corominas *et al.* (2006), propôs um método heurístico para a atribuição de tarefas a trabalhadores multifuncionais na indústria dos serviços. Esta atribuição garante que a percentagem de tempo de trabalho, dedicada por cada trabalhador a cada tipo de tarefa, está o mais ajustado aos valores de referência.

Também noutras áreas como a da hotelaria e do turismo, Murakami (2010) desenvolveu um estudo de otimização da alocação de recursos humanos a várias tarefas, minimizando o custo total diário. A aplicabilidade deste estudo centrou-se num hotel onde os gestores, por norma, necessitam de um suporte automático que lhes permita alocar efetivamente funcionários às respetivas tarefas.

Em áreas como na gestão da manutenção a problemática foi também estudada, Zhaodong *et al.* (2010) desenvolveram um modelo de otimização da alocação de recursos humanos tendo a restrição de uma sequência de tarefas predefinida, a posterior alocação dos recursos humanos foi feita com base num modelo de capacidades dos recursos humanos, o objetivo deste modelo foi o de reduzir ao máximo o período total de manutenção.

Para fazer face ao problema da alocação de recursos humanos, várias soluções foram apresentadas com base em diferentes metodologias e técnicas. Os estudos onde este problema foi aplicado centram-se principalmente nas áreas da (1) produção, (2) sistemas de saúde, (3) gestão hoteleira e turismo, (4) gestão de projetos e (5) gestão da manutenção.

De todos os estudos referenciados não existe nenhum que se foque em especial na alocação de recursos na logística, ou mais especificamente numa operação logística.

Os estudos desenvolvidos têm como base métodos exatos tais como (1) o método húngaro, (2) método de “*branch and bound*”, (3) programação linear ou (4) programação por metas, estudos usando (5) heurísticas, estudos com (6) meta heurísticas tais como a *simulate annealing*, algoritmos genéticos, colónia de formigas, busca tabu ou o enxame de partículas, além do desenvolvimento de soluções (7) híbridas para fazer face ao problema.

#### **2.5.4 Estudo de Pentico**

Pentico (2007), no seu estudo descreveu as principais variações do problema de alocação publicadas até à data. O objetivo do estudo desenvolvido foi o de identificar as principais variações do problema assim como a sua aplicação, para que assim seja mais fácil para os investigadores desenvolver novas versões do problema.

Os diferentes modelos descritos por Pentico (2007), foram classificados em três grupos:

- Modelos onde são alocadas no máximo uma tarefa por cada agente (alocação de um para um);
- Modelos onde são alocadas várias tarefas para o mesmo agente (alocação de um para muitos);

- Modelos multidimensionais, onde são alocados agentes de três ou mais conjuntos, como por exemplo a alocação de uma série de tarefas a trabalhadores e a máquinas, ou a atribuição de alunos e professores a turmas e intervalos de tempo;

Dentro dos três tipos de modelos acima descritos, interessa aprofundar os modelos apresentados onde são alocadas no máximo uma tarefa por cada agente.

Apresentam-se em seguida alguns exemplos de variações para este tipo de modelos. As formulações dos seguintes modelos encontram-se representadas no capítulo anexos.

a. Problema Clássico da Alocação

O objetivo deste problema é o de encontrar uma solução ótima de um para um, entre  $n$  tarefas e  $n$  agentes, minimizando o custo total da alocação. Exemplos clássicos da aplicação deste tipo de problema poderão ser a alocação de tarefas a máquinas, tarefas a trabalhadores ou trabalhadores a máquinas.

b. Problema Clássico da Alocação (agentes com diferentes aptidões)

Identicamente ao problema clássico, a finalidade deste problema é o de encontrar uma solução ótima de um para um, entre  $n$  tarefas e  $n$  agentes, no entanto neste caso em especial nem todos os agentes estão qualificados para realizar todas as tarefas, e ao contrário do problema clássico o objetivo deste problema é o de maximizar a utilização dos agentes.

c. Problema da Alocação K-Cardinal

O problema da alocação k-cardinal é uma variação do problema clássico onde existem  $m$  agentes e  $n$  tarefas, no entanto apenas  $k$  das tarefas e agentes serão alocados, sendo que o  $k$  será sempre inferior a  $m$  e  $n$ .

d. Problema da Semi-Alocação

Uma das limitações inerentes ao problema clássico da alocação é a suposição de que todas as tarefas e agentes são únicos. No entanto existem problemas como o caso da Semi-Alocação onde apesar dos agentes serem únicos, as tarefas a serem alocadas poderão idênticas.

## **2.6 Equipas Polivalentes ou Multifuncionais**

Para fazer face a mudanças repentinas ou a operações com características erráticas a capacidade de possuir equipas multifuncionais é preponderante. Com equipas multifuncionais o processo de alocação de recursos humanos torna-se mais fácil visto que existem vários recursos com capacidade de realizar várias tarefas.

Trabalhadores multifuncionais são aqueles que possuem capacidades para realizar variadas tarefas, sendo que quando existe necessidade de mudança estes poderão realizar outras tarefas. Esta mudança poderá trazer benefícios para o trabalhador visto que deste modo poderão aumentar as suas capacidades. Trabalhadores multifuncionais estão mais abertos para eventuais mudanças e contribuem para a melhoria contínua das organizações (Carmichael & McLeod 1993).

A multifuncionalidade dos trabalhadores permite às organizações adaptarem-se melhor a um contexto de mudança, esta multifuncionalidade dos trabalhadores poderá ser alcançada através de treino ou formação. Segundo pesquisas desenvolvidas a multifuncionalidade de um trabalhador poderá ser determinada através número de estações de trabalho ou máquinas que os trabalhadores são capazes de trabalhar, ou pelo número de tarefas que os mesmos conseguem executar (Ammar *et al.*, 2012).

## **2.7 Programação Linear**

A Programação Linear (PL) é uma área matemática aplicada, utilizada na resolução de problemas de investigação operacional. Os problemas em programação linear têm como objetivo minimizar ou maximizar uma função linear, satisfazendo restrições que se traduzem em equações também elas lineares (Hill & Santos, 2015).

A PL é usada com o objetivo de otimizar problemas de decisão, e pode ser aplicada a uma realidade específica. Problemas em PL são desenvolvidos para as mais diversas áreas, tais como por exemplo a (1) indústria, (2) agricultura, (3) economia, ou a (4) saúde.

Os modelos desenvolvidos em PL são constituídos por (1) variáveis de decisão que permitem quantificar as decisões, (2) objetivo que representa aquilo que se pretende otimizar e por fim (3) restrições que dizem respeito às condições que deverão ser cumpridas.

### **2.7.1 Método Simplex**

O método simplex consiste num algoritmo desenvolvido por Dantzig (1947), e é muito usado para resolver problemas em PL. O algoritmo simplex é uma boa ferramenta para a resolução de problemas com muitas variáveis (Hill & Santos, 2015).

O algoritmo do simplex, dispondo de uma solução básica admissível inicial, permite, através operações sucessivas de condensação, seguir um percurso orientado através de um subconjunto de soluções básicas, convergindo assim para a solução ótima (Ramalhete, Guerreiro & Magalhães, 1984).

## **2.8 Microsoft Excel**

O Excel tornou-se um dos aplicativos mais usados e tem a vantagem de oferecer uma interface bastante intuitiva aliada à capacidade de realização de cálculos, tratamento de dados, construção de gráficos entre outros. A popularidade do Excel deve-se ao facto de este ser tão versátil, o seu ponto forte é a capacidade na realização de cálculos, no entanto é também muito útil para aplicativos não numéricos.

### **2.8.1 Microsoft Excel Solver**

Desde a sua introdução em fevereiro de 1991, que o Microsoft Excel Solver se tornou o sistema de modelação e de otimização mais utilizado e distribuído. O Microsoft Excel Solver combina as funções de uma interface gráfica de usuário, uma linguagem de modelação e optimizadores para problemas de programação linear, não linear, e inteira (Fylstra *et al.*, 1998).

Muitos gestores tendem a vê-lo como uma extensão da tecnologia de folhas de cálculo que lhes permite resolver problemas de alocação de recursos de uma nova maneira, sem qualquer tipo de ajuda externa (Fylstra *et al.*, 1998).

## 2.8.2 Open Solver

O Open Solver é um otimizador *open source* para o Microsoft Excel, que permite a resolução de modelos em programação linear usando o otimizador COIN-OR CBC (Mason & Dunning, 2010).

Muitas das vezes quando são aplicadas situações do mundo real usando o Solver, percebe-se que o tamanho do problema que consegue ser otimizado é limitado a um determinado número de variáveis (Mason & Dunning, 2010).

O desempenho do Open Solver é melhor do que o do Microsoft Excel Solver. O otimizador CBC é mais moderno comparativamente e oferece um desempenho superior na resolução de problemas de maior dificuldade. A criação do Open Solver nasceu da necessidade de utilizar o otimizador COIN-OR CBC na resolução de modelos em programação linear, usando o Excel. O problema em questão que levou ao desenvolvimento do Open Solver era um problema de agendamento de recursos humanos (Mason & Dunning, 2010).

Como exemplo do modelo utilizado no Microsoft Excel, do Open Solver apresenta-se a figura 3.

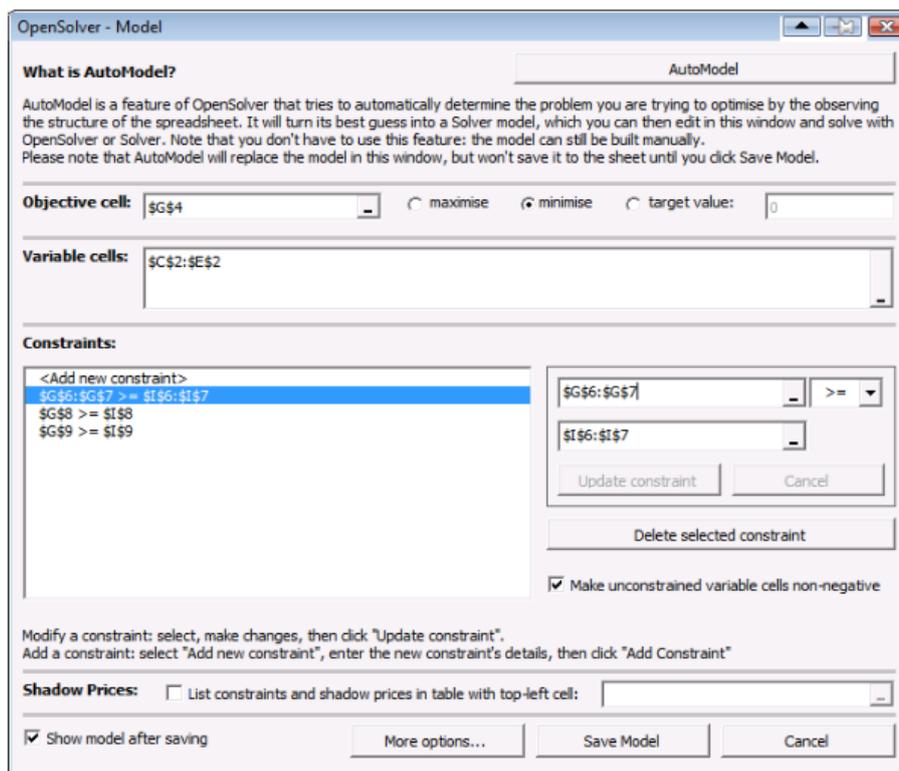


Figura 3 - Modelo Exemplo do Open Solver

### 3. Referência Conceptual

Para a resolução da problemática da alocação de recursos humanos do processo de etiquetagem, a programação linear foi o método escolhido pois é uma poderosa ferramenta com a capacidade de integrar variáveis de decisão e restrições num único modelo, com o objetivo de encontrar uma solução otimizada.

Após a apresentação de quatro exemplos de variações do problema de alocação dentro dos modelos onde são alocadas no máximo uma tarefa por cada agente (alocação de um para um), pretende-se fazer uma comparação entre estes. O objetivo desta comparação é o de identificar qual o modelo que deverá servir de base para o desenvolvimento da ferramenta, no caso do processo de etiquetagem da Fnac.

Embora existam algumas diferenças nos modelos apresentados, existem pontos principais que permitem a comparação entre os mesmos. Estes pontos foram considerados na tabela 1 de modo a identificar qual o tipo de modelo a ser escolhido.

Os pontos considerados foram o (1) objetivo do problema, e as questões (2) “Todos os agentes podem desempenhar todas as tarefas?”, (3) “Todos as tarefas e agentes são alocados?”, (4) “As tarefas são únicas?”, e por fim (5) “Os agentes são únicos?”.

| Modelo  | Objetivo                  | Todos os agentes podem desempenhar todas as tarefas? | Todos as tarefas e agentes são alocados? | As tarefas são únicas? | Os agentes são únicos? |
|---|---------------------------|--|--|------------------------|------------------------|
| Problema Clássico da Alocação                                   | Minimização do custo      | Sim  | Sim                                      | Sim                    | Sim                    |
| Problema Clássico da Alocação (agentes com diferentes aptidões) | Maximização da utilização | Não  | Sim                                      | Sim                    | Sim                    |
| Problema da Alocação K-Cardinal                                 | Minimização do custo      | Sim  | Não                                      | Sim                    | Sim                    |
| Problema da Semi-Alocação                                       | Minimização do custo      | Sim  | Sim                                      | Não                    | Sim                    |

Tabela 1- Tabela de comparação de modelos

Para a problemática da Fnac Portugal, em específico para a alocação de recursos humanos no processo de etiquetagem, após o levantamento de informação e após reunião com os responsáveis do processo, considera-se que:

- O objetivo é maximizar a utilização dos operadores, com a finalidade de etiquetar o maior número de artigos;
- Qualquer operador poderá ser alocado a qualquer tipo de etiquetagem;
- Todos os operadores deverão ser alocados e todas as tarefas deverão ser realizadas, ou pelo menos maximizadas;
- As tarefas não são únicas, pois poderão existir vários operadores a realizar o mesmo tipo de etiquetagem;
- Os agentes (operadores) são únicos e são alocados apenas a uma tarefa para o dia de trabalho;

Nos seguintes parágrafos explica-se a comparação entre os quatro modelos, e justifica-se a escolha do modelo mais adequado com base nas premissas identificadas.

O problema clássico da alocação tem como objetivo a minimização do custo, e assume que as tarefas são únicas, no entanto o mesmo não será aplicado pois não possui as premissas enunciadas, requeridas para este caso.

Por outro lado, o problema clássico da alocação (agentes com diferentes aptidões) apesar de ter como objetivo a maximização da utilização, considera que existem agentes com diferentes aptidões para realizar diferentes tarefas, sendo esta uma restrição não válida neste caso.

O problema da alocação K-Cardinal assume que apenas  $k$  das tarefas e agentes deverão ser alocados, algo que não se pretende neste cenário, pois o objetivo é alocar todos os agentes e realizar todas as tarefas.

Por fim, o problema da Semi-Alocação tem como objetivo a minimização do custo, considera que todos os agentes podem realizar todas as tarefas, assume também que todos os agentes e tarefas são alocados e que os agentes são únicos. Este é a única metodologia que assume que as tarefas não são únicas, podendo assim existir tarefas idênticas.

Tendo por base as premissas apresentadas acima, para a aplicação na problemática da Fnac Portugal, o problema da Semi-Alocação é aquele que mais se adequa, cumprindo todos os parâmetros, excetuando o objetivo do modelo.

O objetivo do problema em questão é a maximização da utilização e não a minimização do custo, pois todos os operadores disponíveis na operação diária deverão ser alocados mesmo que excedam a quantidade ótima para cumprir com os valores de procura, sendo assim indiferente o parâmetro custo nesta situação. A minimização do custo faria sentido neste problema caso o mesmo fosse relacionado com o planeamento de recursos humanos e não com a alocação.

Pretende-se então aplicar uma variação do problema da Semi-Alocação, com o objetivo da maximização da utilização e com agentes alocados a tarefas idênticas.



#### 4. Metodologia

A Tese de Mestrado desenvolvida é considerada um Projeto, contendo o desenvolvimento, implementação e teste de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos na operação da logística central do centro de distribuição da Fnac Portugal.

A Tese de Mestrado trata-se de um caso particular, visto que na literatura não existe nenhum estudo que foque este tema no contexto estudado no projeto.

O Projeto em questão baseia-se num caso de estudo pois segundo Yin (1984):

- As questões de investigação são do tipo “Como” e “Porquê” estando estas relacionadas com elos operacionais que necessitam de ser rastreados ao longo do tempo;
- O investigador possui pouco ou até nenhum controlo sobre eventos comportamentais;
- Baseia-se em eventos contemporâneos;

Cumprindo estas três condições o projeto pode ser baseado num caso de estudo. A principal força do caso de estudo é a capacidade de lidar com uma grande variedade de evidências, documentos, artefactos, entrevistas e observações (Yin, 1984).

No entanto além de ser classificado como um caso de estudo o mesmo pode ainda segundo Yin (2003) ser classificado pela sua tipologia de caso de estudo. Dentro destas tipologias podemos encontrar caso de estudo exploratórios, explicativos e descritivos.

Neste caso a abordagem adotada para o caso de estudo é do tipo descritiva, pois pretende-se descrever o estudo levado a cabo com a implementação de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos no centro de distribuição da Fnac Portugal.

Por outro lado, poderá ser também considerado do tipo exploratório pois apresenta também como objetivo estudar qual o melhor modelo para o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos num processo inserido numa grande operação logística.

Com vista a alcançar o objetivo proposto, a metodologia utilizada para o projeto divide-se em seis grandes fases como e encontra-se representada na Figura 4.

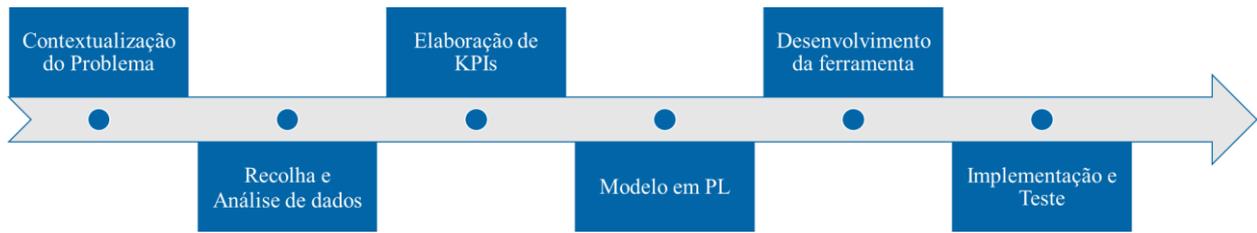


Figura 4 - Metodologia do Projeto

#### 4.1 Contextualização do Problema

O primeiro passo levado a cabo para o desenvolvimento deste projeto consiste na contextualização do problema em estudo. Para tal o projeto inicia-se com o entendimento do negócio da empresa, caracterizando-se a sua cadeia logística e a realidade operacional do centro de distribuição com o objetivo de perceber quais os constrangimentos e dificuldades sentidas no processo de etiquetagem.

Após algumas visitas ao centro de distribuição da Fnac, chega-se à conclusão de que o mesmo, não possuía nenhuma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos num processo de elevada relevância e com forte impacto através desses mesmos recursos como o da etiquetagem de artigos. Conclui-se que o desenvolvimento de uma ferramenta vocacionada para auxiliar este processo é algo benéfico para a operação do centro de distribuição.

Após a decisão de desenvolver esta ferramenta para a etiquetagem de artigos, estudou-se o processo em detalhe. Foi mapeado o processo com todos os passos realizados durante o mesmo, foram levantadas as variações existentes no mesmo, e foram estudados os seus intervenientes.

#### 4.2 Recolha e Análise de Dados

Após a contextualização do problema existente procedeu-se à recolha e análise de dados que serviram de apoio ao desenvolvimento dos KPIs de produtividade.

A informação primária recolhida partiu sobretudo de conversas e reuniões com profissionais ligados à Fnac, nomeadamente o Responsável de Departamento da Logística Central e o Gestor

de Projetos e Planeamento, além de levantamentos operacionais realizados no centro de distribuição.

A informação secundária foi recolhida principalmente através de dados retirados do ERP da Fnac, sendo que estes dados dizem respeito a relatórios de produtividade dos operadores alocados ao processo de etiquetagem, durante os meses de janeiro até julho de 2018. Estes dados servem de base para a elaboração de KPIs de produtividade.

### **4.3 Elaboração de KPIs**

Após a recolha e tratamento dos dados efetuou-se o desenvolvimento dos KPIs de produtividade com base nos dados fornecidos.

Os KPIs desenvolvidos são relativos ao processo de etiquetagem de artigos na logística central. Mais especificamente, os KPIs dizem respeito ao número de artigos (equivalente ao número de etiquetas) que cada operador do centro de distribuição etiqueta por hora em cada uma das famílias de artigos da Fnac.

Após a elaboração dos indicadores foram realizadas análises de sensibilidade para validação da robustez e fiabilidade dos mesmos, os valores finais foram validados em reunião junto do Responsável de Departamento da Logística Central.

### **4.4 Modelo em PL**

Após a elaboração dos KPIs passou-se à definição do modelo em PL. O primeiro passo para elaborar o modelo foi perceber o problema, para enquadrá-lo com a operação do processo de etiquetagem. Foi importante nesta fase levantar quais os tipos de restrições, quais as variáveis de decisão, os índices, os parâmetros e por fim qual o objetivo a ser considerado na função objetivo.

## **4.5 Desenvolvimento da Ferramenta**

### **4.5.1 Método de resolução do modelo em PL**

Para o desenvolvimento da ferramenta, o Microsoft Excel foi o programa escolhido, devido principalmente às suas funcionalidades e facilidade no seu uso.

Para a resolução do problema foi testado em primeiro lugar o Microsoft Excel Solver, através do algoritmo simplex. No entanto concluiu-se que este demorava demasiado tempo em encontrar uma solução que respeitasse todas as restrições impostas.

Optou-se então por utilizar o Open Solver, que é um otimizador *open source* para o Microsoft Excel, que permitiu a resolução do modelo em programação linear, apresentando um desempenho e uma velocidade superiores comparado ao Solver do Excel. O motor de otimização utilizado para resolução do modelo em PL foi o COIN-OR CBC.

### **4.5.2 Interface Visual da Ferramenta**

Com o objetivo de tornar a ferramenta visualmente apelativa e fácil de trabalhar, foi desenvolvida uma interface visual, para esta interface foram criados botões através dos comandos do Microsoft Excel, tabelas com resumos da informação, e *outputs* interativos e fáceis de interpretar.

## **4.6 Implementação e Teste**

Para uso da ferramenta por parte do responsável do processo, o único passo prévio a ser realizado foi o *download* do *add-in* Open Solver, este passo foi necessário, pois como foi já referido o Open Solver não se encontra instalado nos *add-ins* padrão do Microsoft Excel. Para a utilização da ferramenta o utilizador apenas deverá descarregar o ficheiro que contém a ferramenta de alocação, e seguir todos os passos descritos para a obtenção do *output* de alocação.

Os testes realizados à ferramenta foram levados a cabo pelo RD Logística Central, durante uma semana de operação. Ao longo da semana a ferramenta foi testada todas as manhãs antes do início do turno. Estes testes tiveram como objetivo avaliar a robustez e utilidade da ferramenta. Através dos testes pode-se concluir qual o desempenho da ferramenta no contexto operacional.

## **5. Caso de Estudo: Fnac Portugal**

No presente capítulo pretende-se apresentar ao leitor o caso de estudo desenvolvido na Fnac Portugal. O capítulo inicia-se com uma introdução à organização e à sua operação logística. Em seguida inicia-se a descrição mais detalhada do processo considerado para o desenvolvimento do projeto, a etiquetagem de artigos, e de todas as suas variantes. Após a introdução da organização descrevem-se todos os passos realizados para o desenvolvimento e teste da ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos.

### **5.1 Introdução à Organização**

A marca Fnac teve o seu início em França no ano de 1954, sendo que no ano de 1998 este conceito teve um ponto de viragem determinante, entrando no mercado Português e rapidamente conquistando-o.

A Fnac conta com uma ampla variedade de artigos tanto nas áreas editoriais como nas áreas tecnológicas, é conhecida pela sua oferta inigualável, possuindo uma extensa oferta e uma grande diversidade de artigos desde livros, música, DVDs, filmes, TV, LCD, GPS, som, fotografia, jogos, informática ou venda de bilhetes.

Além da diversidade na oferta, a Fnac oferece também aos seus clientes uma variedade de serviços como por exemplo encomenda de livros não referenciados e de discos importados, entregas gratuitas a casa, compra de bilhetes, clínica Fnac, laboratório de fotografia, serviço pós-venda entre outros.

Desde a sua chegada a Portugal que o crescimento do número de lojas por região / área de influência foi superior a outros países como por exemplo em Espanha. Atualmente a Fnac conta com 28 lojas físicas espalhadas pelo território nacional concentradas nos grandes centros urbanos, contando também com a loja online, a Fnac.pt.

### **5.2 Logística e Cadeia de Abastecimento na Fnac Portugal**

Com o crescimento acentuado registado a nível nacional e sobretudo com o crescimento verificado nas vendas da loja online a logística assume uma função determinante para cumprir com os níveis de serviço definidos com os clientes e com os calendários de abastecimento das lojas.

A cadeia de abastecimento da Fnac tem como principais intervenientes (1) fornecedores, podendo estes ser nacionais ou internacionais, (2) o centro de distribuição próprio onde são realizadas as atividades inerentes à logística de armazenagem por equipas da Fnac (3) empresas de transporte e distribuição que realizam o serviço até às lojas e aos clientes finais da Fnac e (4) empresas encarregues de serviços de transporte para o serviço pós-venda.

Em alturas de maior constrangimento de espaço no centro de distribuição de Alverca, a Fnac recorre também a *outsourcing* na logística de armazenagem, para tal apoia-se em Prestadores de Serviços Logísticos (PSL) para a realização de algumas atividades inerentes à logística de armazenagem.

O modelo logístico da Fnac pode ser representado como demonstra a figura 5.

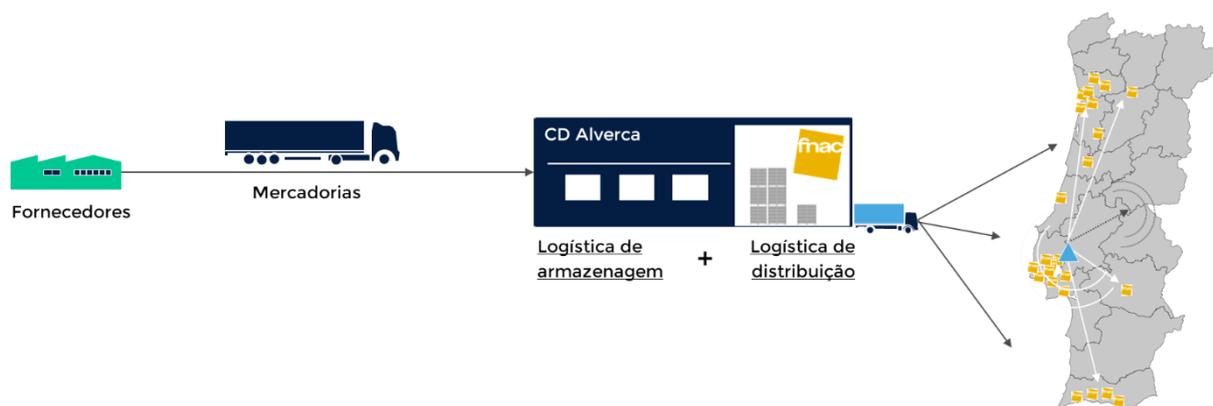


Figura 5- Modelo Logístico da Fnac em Portugal

### 5.2.1 Centro de Distribuição Fnac Portugal

Atualmente toda a operação logística da Fnac em Portugal é realizada in-house, contando com um centro de distribuição com aproximadamente 8.700m<sup>2</sup> situado em Alverca do Ribatejo.

Este centro de distribuição encontra-se representado na figura 6.

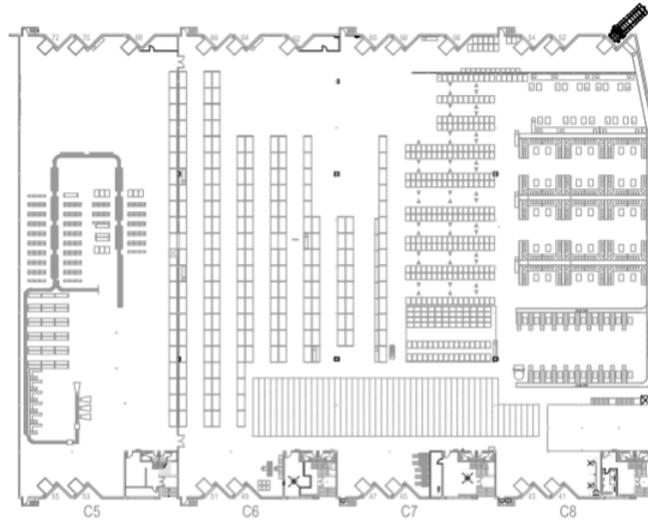


Figura 6 - Centro de Distribuição da FNAC (Alverca do Ribatejo)

O centro de distribuição é dividido em duas grandes naves, sendo uma delas correspondente à logística central (6.500 m<sup>2</sup>) e a outra à logística da operação da WEB (2.200m<sup>2</sup>).

A logística central tem como função principal lidar com todos os artigos que são disponibilizados nas lojas Fnac em Portugal, nesta nave são realizadas as principais operações para que o artigo seja disponibilizado na loja sendo estas a (1) receção e conferência, (2) arrumação, (3) etiquetagem, (4) *picking* e a (5) expedição.

A Logística da WEB, por outro lado é responsável por todas as operações que dizem respeito à loja Fnac.pt, sendo estas a (1) receção e conferência, (2) arrumação, (3) *picking*, (4) processamento e a (5) expedição. De referir também que o stock correspondente à logística da WEB é um stock dedicado à Fnac.pt.

A divisão das duas naves é representada na figura 7.

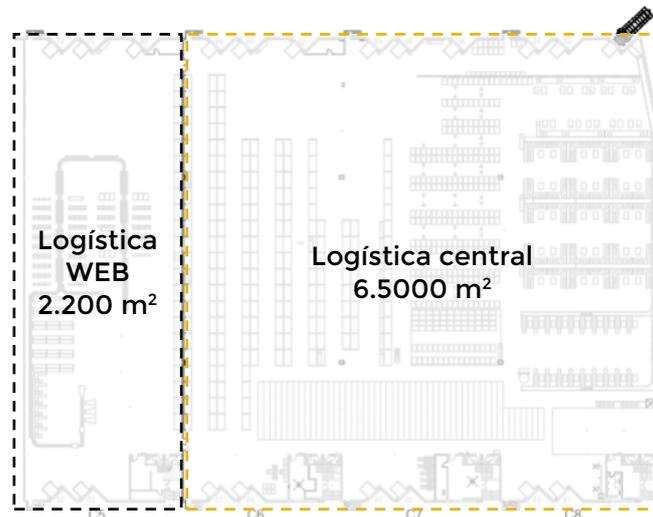


Figura 7- Divisão logística central e WEB centro de distribuição Alverca

A maioria dos artigos quando são rececionados no centro de distribuição através da logística central estão já destinados a uma loja física, pelo que o conceito de *cross-docking* está fortemente presente nesta operação, quer isto dizer que muitos dos artigos que entram no centro de distribuição são muitas das vezes processados para para as lojas no próprio dia não passando assim por processos de armazenagem.

Todos os artigos que não são processados para as lojas diretamente após a sua receção, passam por um processo de armazenagem. São poucas as categorias de artigos que passam por este tipo de processos, como exemplo temos os livros escolares, televisões ou impressoras.

Relativamente aos recursos humanos, o centro de distribuição é composto por várias equipas, estando estas equipas alocadas aos vários processos inerentes como os de Receção, *Picking*, Etiquetagem, Processamento ou Expedição. Existem elementos polivalentes nas equipas, que em caso de necessidade poderão estar alocados a diferentes processos.

### **5.2.2 Classificação de artigos Fnac**

Os artigos da Fnac podem ser subdivididos em duas grandes categorias, os artigos editoriais e os artigos técnicos. Dentro dos produtos editoriais podemos encontrar artigos de música, vídeo, livros e *gaming*, por outro lado dentro dos produtos técnicos podem-se encontrar artigos de fotografia, TV, áudio, Som, Telecom, Pequenos domésticos e artigos relacionados com computadores.

Além da divisão entre artigos editoriais ou técnicos os artigos da Fnac são classificados internamente por “Cod\_Fam” (terminologia interna), esta classificação permite classificar todos os artigos em grandes grupos ou famílias onde os mesmos estejam relacionados entre si. A classificação “Cod\_Fam” tem ainda vários níveis de divisão sendo que quanto maior for o número associado (exemplo: Cod\_Fam3) maior o detalhe correspondente ao artigo.

Os Cod\_Fam1 de artigos da Fnac são (1) Burótica, (2) Casa, (3) Departamento discos / áudio, (4) Departamento discos / vídeo, (5) Departamento Livros, (6) Foto, (7) *Gaming*, (8) Informática, (9) Instrumentos Musicais, (10) Jogos, (11) Papelaria, (12) Som, (13) Telecomunicações e (14) TV Vídeo.

De referir que os Cod\_Fam1 com o maior número de artigos são, por ordem decrescente (1) Departamento Livros, (2) Departamento discos / áudio e (3) Departamento discos / vídeo, totalizando aproximadamente 80% dos artigos presentes na oferta da Fnac.

### **5.3 Alocação de Recursos Humanos no Processo de Etiquetagem**

#### **5.3.1 Importância da Alocação de RHs na Operação da Fnac**

Na operação do centro de distribuição da Fnac os recursos humanos são uma parte fundamental pois são um dos intervenientes principais para o seu funcionamento. Uma correta alocação dos vários recursos aos vários processos e dentro dos mesmos processos às várias tarefas é, portanto, essencial para o correto funcionamento da operação.

No caso mais específico do processo de etiquetagem, apesar de este ser um processo apoiado em alguns automatismos, como por exemplo braços mecânicos que auxiliam os operadores na colocação de etiquetas, este processo é ainda muito dependente de recursos humanos, portanto a correta alocação dos mesmos é também um aspeto relevante.

Ao existirem objetivos diários e semanais a serem cumpridos em termos de nº artigos etiquetados, cabe ao Responsável Departamento da Logística Central garantir que o número de recursos e as áreas aos quais os mesmos forem alocados, são os corretos. Uma incorreta alocação poderá levar a que certos artigos não sejam etiquetados a tempo, e isto poderá representar uma venda perdida para uma loja Fnac.

#### **5.3.2 Processo de Etiquetagem**

Muitos dos artigos antes de serem enviados para uma loja passam por um processo de etiquetagem, consistindo este na colocação de uma etiqueta no artigo com a respetiva informação para que este seja exposto na frente de loja.

O processo de etiquetagem agrega também outras tarefas para além da colocação de etiquetas, é durante este processo que é realizada a conferência física da mercadoria rececionada e a separação de mercadoria para as lojas.

Além destas atividades um operador de etiquetagem realiza também (1) identificação e segregação do material com divergências, (2) organização de faturas provenientes de

fornecedores, (3) recolha de paletes da zona de *buffer* de etiquetagem para o respectivo posto de etiquetagem, (4) recolha de caixas e tampas vazias para a execução do processo e (5) desembalamento dos artigos, nomeadamente pequenos PT's para as lojas.

O processo de etiquetagem foi modulado segundo a linguagem BPMN 2.0 e está representado na figura 8.

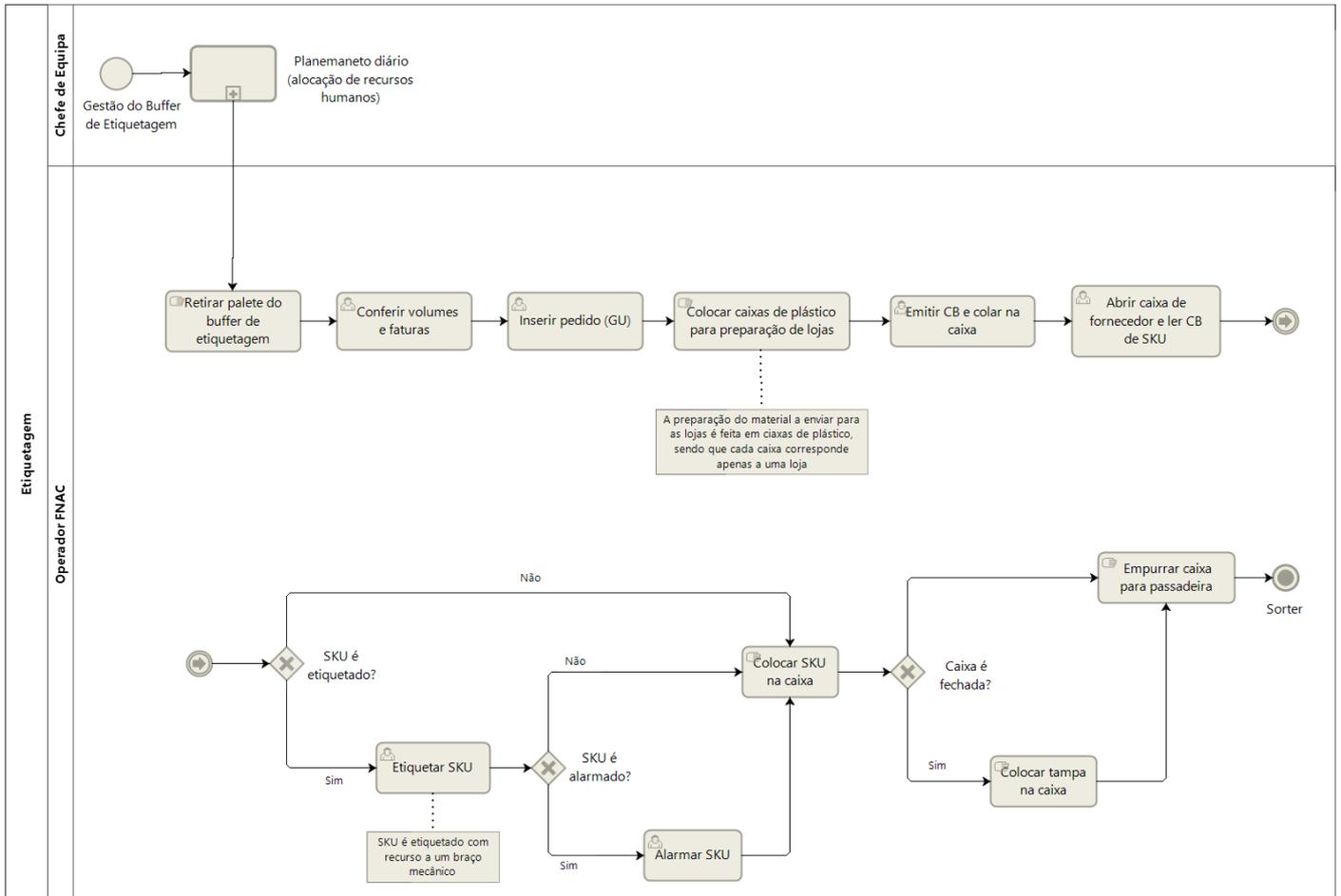


Figura 8- Modelação do Processo de Etiquetagem

### 5.3.3 Alocação de Recursos Humanos no Processo de Etiquetagem (AS-IS)

A alocação dos recursos humanos ao processo de etiquetagem é realizada diariamente antes do início do turno dos operadores de etiquetagem.

Para alocar os operadores ao tipo de etiquetagem a realizar no respetivo dia, o Responsável Departamento da Logística Central efetua uma série de passos, baseando-se estes na sua experiência empírica, visto que não existe nenhuma ferramenta ou método de suporte à sua tomada de decisão.

## Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos

Este processo consome em média entre 10 a 15 minutos do turno do Responsável Departamento da Logística Central, e o mesmo foi modulado segundo a linguagem BPMN 2.0 e encontra-se representado na figura 9.

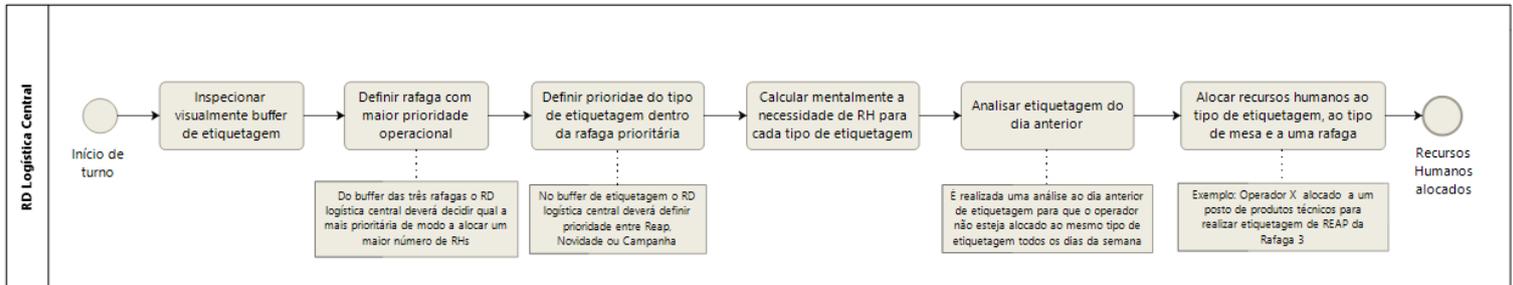


Figura 9- Processo de Alocação de Recursos Humanos (AS- IS)

Após encontrar a alocação ideal para o dia, o Responsável Departamento da Logística Central preenche um quadro de operação para que os operadores saibam onde irão ser alocados no respetivo dia. O quadro auxilia o Responsável Departamento da Logística Central pois permite verificar o tipo de etiquetagem que cada operador efetua na respetiva semana.

Na figura 10 encontra-se representado um dos quadros utilizados como auxílio e passagem de informação para o processo de etiquetagem.

| COLABORADOR | 2ª FEIRA | 3ª FEIRA | 4ª FEIRA | 5ª FEIRA | 6ª FEIRA | ALERTAS     |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| VERA        | 19/03    | 20/03    | 21/03    | 22/03    | 23/03    | TOTAL LWR/S |
| LUCIANA     | CP II    | CP II    | CP II    |          |          |             |
| ANTONIO     | REAP II  | NOV II   | NOV II   |          |          |             |
| CARLA       | CP III   | CP III   | REAP III |          |          |             |
| BELMIRA     | CP II    | NOV II   | REAP II  |          |          |             |
| ISABEL      | REAP III | CP III   | NOV III  |          |          |             |
| SARA        | NOV III  | NOV III  | REAP III |          |          |             |
| SANDRA      | CP I     | CP I     | REAP I   |          |          |             |
| ROSA        | NOV II   | CP I *   | REAP III |          |          |             |
| MARCO       | NOV I    | NOV I    | CP II *  |          |          |             |
| ANGELA      | REAP II  | NOV I    | REAP III |          |          |             |
| CARLOS      | NOV II   | NOV II   | REAP II  |          |          |             |
| GRACINDA    | REAP II  | REAP II  | REAP II  |          |          |             |
| GRACINDA    | REAP I   | CP I     | CP I     |          |          |             |
| OUTROS      |          |          |          |          |          |             |
| ANGELA      | NOV II   | NOV II   | CP II    |          |          |             |

Figura 10- Quadro de apoio à alocação de recursos humanos ao processo de etiquetagem

### 5.3.4 Tipos de Etiquetagem

O primeiro nível na divisão no tipo de etiquetagem está relacionado com o tipo de artigos a etiquetar. Um operador de etiquetagem é alocado, portanto, à etiquetagem de livros, entretenimento ou de produtos técnicos. Após esta divisão consoante o tipo de artigo, o operador realiza também etiquetagem de três tipos, sendo estes o REAP, Novidades ou Campanhas, à exceção dos produtos técnicos onde não existe esta divisão. Por fim a última divisão corresponde ao tipo de RAFAGA, existindo três tipos de RAFAGAS na Fnac.

A figura 11 permite resumir esquematicamente os tipos de etiquetagem.

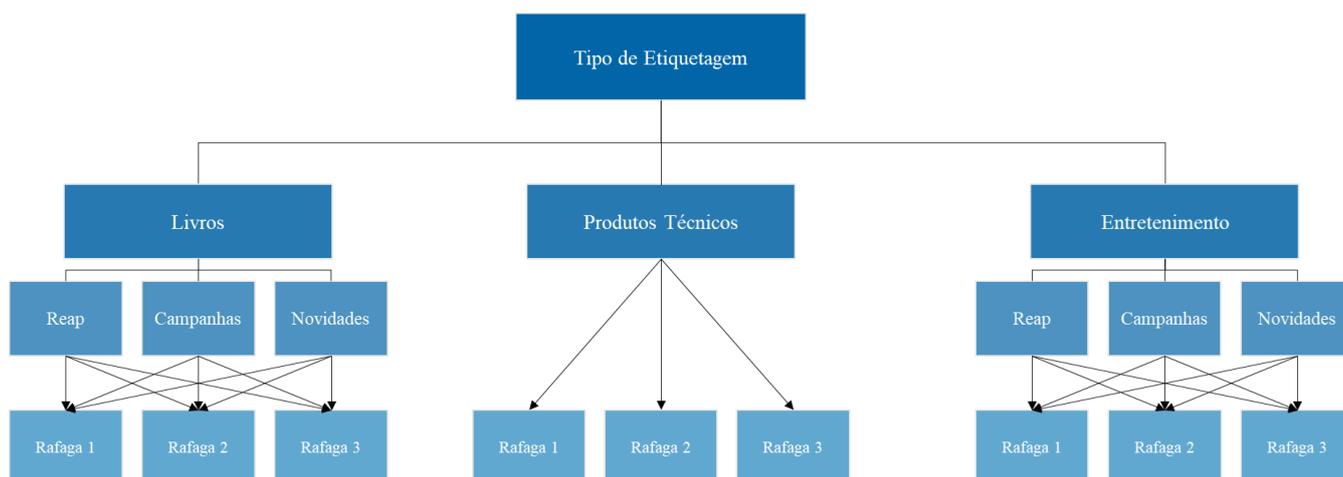


Figura 11- Tipos de Etiquetagem presentes no CD da Fnac

#### 5.3.4.1 Tipos de Mesas de Etiquetagem

##### a. Etiquetagem de Livros

A etiquetagem de livros compreende a etiquetagem de produtos como livros, sendo representativos do maior número de artigos etiquetados, artigos de papelaria e jogos e brinquedos.

b. Etiquetagem de Entretenimento

A etiquetagem de entretenimento ou também denominada de etiquetagem de discos, diz respeito à etiquetagem de produtos como discos áudio e vídeo, artigos de *gaming*, kits de lazer e artigos de bilheteira.

c. Etiquetagem de Produtos Técnicos

A etiquetagem de PT's compreende todos os artigos pertencentes aos tipos de equipa de equipamento / ecossistemas e instrumentos musicais. Os artigos etiquetados nestas mesas correspondem a artigos de informática, som, TV, foto, burótica, entre outros.

### 5.3.4.2 REAP, Novidades e Campanhas

a. REAP

A etiquetagem de REAP denomina-se assim por ser uma etiquetagem vocacionada para realizar o abastecimento às lojas Fnac. As tarefas deste tipo de etiquetagem caracterizam-se por conter muitos SKUs para etiquetar, em pequenas quantidades. Este tipo de etiquetagem é o que apresenta os menores índices de produtividade, pois obriga o operador a etiquetar uma ampla variedade de artigos.

b. Novidades

A etiquetagem de novidades tal como o nome sugere consiste na etiquetagem de artigos que a Fnac pretende lançar como novidade, as tarefas deste tipo de etiquetagem caracterizam-se por conter poucos SKUs a etiquetar em grandes quantidades, sendo assim o tipo de etiquetagem com o maior número de artigos etiquetados por hora e com uma maior produtividade.

c. Campanhas

A etiquetagem de campanhas tal como o nome indica consiste na etiquetagem de artigos que façam parte de uma campanha lançada pela Fnac. As tarefas deste tipo de etiquetagem caracterizam-se por um número médio de SKUs a etiquetar e um número médio de quantidades respetivamente. A produtividade deste tipo de etiquetagem em termos de número de artigos etiquetados por hora é menor do que a etiquetagem de novidades e superior à etiquetagem do tipo REAP.

### 5.3.5 RAFAGA

Além do operador realizar etiquetagem de livros, entretenimento ou de produtos técnicos e do tipo de etiquetagem ser REAP, Novidade ou Campanhas o operador poderá a estar a realizar tarefas em específico para um conjunto de lojas, ou como denominado na Fnac a trabalhar para uma RAFAGA.

O conceito de RAFAGA é um conceito interno do universo Fnac, uma RAFAGA consiste numa agregação de lojas, sendo que em Portugal a Fnac conta com três RAFAGAS.

A RAFAGA 1 contem seis lojas físicas, sendo elas o Colombo, Norte Shopping, Saldanha, Lagos, IST, Aeroporto e a loja online Fnac.pt. A RAFAGA 2 contem as lojas de Alfragide, Almada, Amoreiras, Cascais, Chiado, Gaia, Madeira, Oeiras, Setúbal, Vasco da Gama e Vila Real. Por fim a RAFAGA 3 contem as lojas do Algarve Shopping, Braga, Coimbra, Évora, Faro, Guimarães, Leiria, Loulé, Mar Shopping, Montijo, Santa Catarina (Porto) e Viseu.

### 5.3.6 Posto de Etiquetagem

Existem 27 postos de etiquetagem na nave central do centro de distribuição da Fnac, sendo que cada posto está preparado para que possam ser etiquetados todas as tipologias de artigos. Cada posto de etiquetagem conta com um computador integrado, com um braço mecânico que auxilia a colocação de etiquetas, um sistema *pick-to-light* e bancadas de trabalho.

A figura 12 representa um exemplo de um posto de etiquetagem do centro de distribuição da Fnac.



Figura 12- Posto de etiquetagem no CD da Fnac

### **5.3.7 Tipo de Recursos**

Os recursos humanos presentes no centro de distribuição podem ser divididos em duas tipologias (1) operadores internos da Fnac (CDI) e (2) operadores de trabalho temporário (TT).

Analisando em específico o processo de etiquetagem verifica-se que o número de recursos CDI e TT alocados é bastante similar. Os recursos poderão ser alocados a outros processos no centro de distribuição ao longo do mês, como por exemplo ao processo de Ventilação, pelo que o número de recursos humanos disponíveis para o processo de etiquetagem nem sempre é o mesmo ao longo do tempo.

A performance dos recursos humanos do tipo TT passa a ser bastante semelhante à de um operador do tipo CDI após cerca de um mês de trabalho.

## **5.4 Ferramenta de Apoio à Alocação de Recursos Humanos**

No seguinte subcapítulo pretende-se dar a conhecer ao leitor quais os passos realizados para o desenvolvimento da ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos.

A primeira etapa é a definição problema base, sendo que a definição do problema permitiu dar um enquadramento das dificuldades associadas ao processo de alocação de recursos humanos na etiquetagem, assim como definir quais os objetivos e os resultados que a ferramenta deverá apresentar. Após a definição do problema o seguinte passo foi o desenvolvimento dos KPIs, que serviram de *input* para os cálculos realizados na ferramenta. Em seguida procedeu-se à construção do modelo em PL, com a definição da função objetivo, e respetivas restrições do modelo. Após a definição do modelo em PL, para a resolução do mesmo, demonstrou-se a utilização do otimizador Open Solver e qual o seu *output*.

Por fim é apresentada a interface visual da ferramenta. No fundo esta interface é o que permite intuitivamente a utilização da ferramenta por parte do utilizador da mesma.

#### **5.4.1 Seleção do Processo**

Sendo o processo de etiquetagem um dos processos de maior relevância da logística central do centro de distribuição, altamente dependente da intervenção de recursos humanos, e sendo o processo com o maior número de recursos humanos alocados, a tarefa de alocação de recursos humanos é crucial, pelo que o desenvolvimento de uma ferramenta que apoie este processo apresenta-se como algo benéfico para a operação

#### **5.4.2 Definição do Problema**

Como se pode observar no ponto 5.3.3 o processo de alocação é um processo que obriga ao RD Logística Central a efetuar uma série de passos que consomem tempo do seu turno de trabalho. Sabe-se também que o processo de alocação é baseado na experiência do RD Logística Central e que o *output* do processo, por vezes poderá não ser o mais ajustado à necessidade do número de artigos a etiquetar.

O objetivo do desenvolvimento desta ferramenta passa não só por facilitar a tarefa do RD Logística Central, como também passa por auxiliá-lo a obter a alocação ideal para o turno de trabalho.

Sabe-se que para o processo de etiquetagem existem 27 postos de etiquetagem disponíveis, onde o RD Logística Central poderá alocar os recursos humanos, sendo que qualquer um dos postos poderá etiquetar qualquer tipo de artigo.

O *output* da ferramenta deverá dizer ao RD Logística Central, quantos recursos alocar para o dia, em cada um dos tipos de equipa, e conseqüentemente em cada um dos tipos de mesa (Livros, Discos e PT's) com vista a maximizar o número de artigos etiquetados.

#### **5.4.3 Cálculo de KPIs de Produtividade**

No processo de etiquetagem, realizado no centro de distribuição da Fnac não existem KPIs de produtividade definidos, pelo que, os mesmos tiveram de ser calculados para este projeto.

Para determinar os KPIs de produtividade no processo de etiquetagem, foram solicitados à Fnac relatórios de produtividade de períodos considerados relevantes para a operação de etiquetagem, pois estes poderiam assim constituir uma amostra significativa.

Os dados enviados pela Fnac, e analisados para a determinação dos indicadores de desempenho dizem respeito aos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho do ano 2018. Estes foram os meses considerados na amostra pois permitem assim determinar um valor com base em dados recentes, e para períodos de intensa operação no processo de etiquetagem.

Os dados retirados do ERP da Fnac como se pode visualizar na tabela 2, contêm a informação do (1) nome do operador (“Utilizador”), (2) do tipo de operador (CDI – recurso interno, ou TT – trabalhador temporário), (3) do código associados a cada departamento (“Cod”), (4) do nome do departamento etiquetado pelo operador (“Departamento”), (5) número de artigos etiquetados (“Etiquetas”), (6) número de linhas (“Linhas”) e por fim (7) a quantidade de horas despendidas (“horas”) para etiquetar cada departamento no respetivo mês.

| Utilizador | Tp.Op | Cod  | Departamento               | Etiquetas | LINHAS | horas |
|------------|-------|------|----------------------------|-----------|--------|-------|
| 98acandi   | CDI   | 1001 | TV VIDEO/TV VIDEO          | 190       | 38     | 8     |
| 98acandi   | CDI   | 1002 | FOTO / FOTO                | 934       | 145    | 8     |
| 98acesa1   | CDI   | 9720 | BILHETEIRA                 | 904       | 11     | 8     |
| 98adisc5   | TT    | 3001 | DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 22 522    | 5 228  | 32    |
| 98adisc5   | TT    | 3003 | PAPELARIA                  | 1 158     | 242    | 16    |
| 98adisc5   | TT    | 3004 | JOGOS                      | 4 051     | 340    | 16    |
| 98adisc5   | TT    | 1102 | TELECOMUNICACOES           | 375       | 61     | 8     |
| 98adisc5   | TT    | 1103 | BUROTICA                   | 36        | 3      | 4     |
| 98agalamba | CDI   | 1001 | TV VIDEO/TV VIDEO          | 336       | 68     | 8     |
| 98agalamba | CDI   | 1002 | FOTO / FOTO                | 3 281     | 304    | 28    |
| 98agalamba | CDI   | 1003 | SOM/SOM                    | 2 208     | 228    | 20    |
| 98agalamba | CDI   | 1004 | CASA                       | 506       | 59     | 8     |

Tabela 2- Excerto de um relatório de produtividade do processo de etiquetagem

O primeiro passo para o cálculo dos indicadores de desempenho consistiu em agregar por tipo de departamento, o total de etiquetas e o total de horas que cada um dos operadores efetuou em cada mês analisado. Após a agregação da informação, dividindo o número de etiquetas pelo número de horas despendidas foi possível determinar a quantidade de artigos que cada operador do centro de distribuição etiqueta por hora.

| Departamento               | Utilizador | Tot_Horas | Tot_Etiquetas | NºEtiqueta_h |
|----------------------------|------------|-----------|---------------|--------------|
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98acesa1   | 8,0       | 1 536,0       | 192,0        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98ajoao1   | 24,0      | 4 500,0       | 187,5        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98aliv11   | 64,0      | 24 731,0      | 386,4        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98aliv12   | 68,0      | 33 677,0      | 495,3        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98alivr3   | 72,0      | 33 741,0      | 468,6        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98alivr4   | 40,0      | 25 505,0      | 637,6        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98alivr6   | 24,0      | 13 771,0      | 573,8        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98anobre   | 72,0      | 31 813,0      | 441,8        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98anuno    | 24,0      | 7 462,0       | 310,9        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98avara    | 8,0       | 2 227,0       | 278,4        |
| DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS | 98avera    | 60,0      | 23 532,0      | 392,2        |

Tabela 3- Tabela de apoio ao cálculo de KPIs de produtividade

Após ter disponível toda a informação da quantidade de artigos que cada operador etiquetou por hora para cada Cod\_Fam1, seguiu-se o cálculo da determinação do KPI médio para cada departamento em cada mês.

Neste caso na determinação dos KPIs de produtividade não foi feita qualquer divisão em termos do tipo de operador por sugestão do RD Logística Central. Esta divisão não foi considerada pois é um aspeto que o RD Logística Central não considera na alocação dos recursos, e porque os níveis de produtividade passado algum tempo para os dois tipos de recursos (TT e CDI) se encontrarem equiparados.

A formulação utilizada para encontrar os KPIs de cada mês, para cada departamento está representada na seguinte equação:

$$KPI_{xy} = \frac{\sum \left( \frac{E_{xy}}{H_{xy}} \right)}{\sum n} \quad (1)$$

Onde:

- $x$  – Departamento etiquetado (Cod\_Fam1);
- $y$  – Mês considerado;
- $E_{xy}$  – Quantidade de artigos etiquetados no departamento  $x$  e no mês  $y$  (nº de etiquetas);
- $H_{xy}$  – Quantidade de horas despendidas no departamento  $x$  e no mês  $y$  (nº de horas);
- $n$  – Quantidade de recursos humanos (nº de recursos);

Por fim como os relatórios de produtividade são agregados para cada mês, o KPI global foi calculado com base nos sete meses analisados. Todos os meses apresentam a mesma ponderação para o cálculo efetuado.

A formulação utilizada para determinar os KPIs globais de todos os meses, para cada departamento está representada na seguinte equação:

$$KPI_{xy} = \frac{\sum KPI_{xy}}{\sum m} \quad (1)$$

Onde:

- $KPI_{xy}$  – KPI representativo do número de artigos etiquetados por hora por cada operador no departamento  $x$  e no mês  $y$ ;
- $m$  – Número de meses;

Os KPIs calculados dizem respeito ao número de artigos (equivalente ao número de etiquetas) que cada operador consegue etiquetar por hora em cada um dos Cod\_Fam1 da Fnac.

O gráfico 2 demonstra a variação dos valores dos indicadores calculados ao longo do período analisado [Jan 2018-Jul 2018] para cada operador.

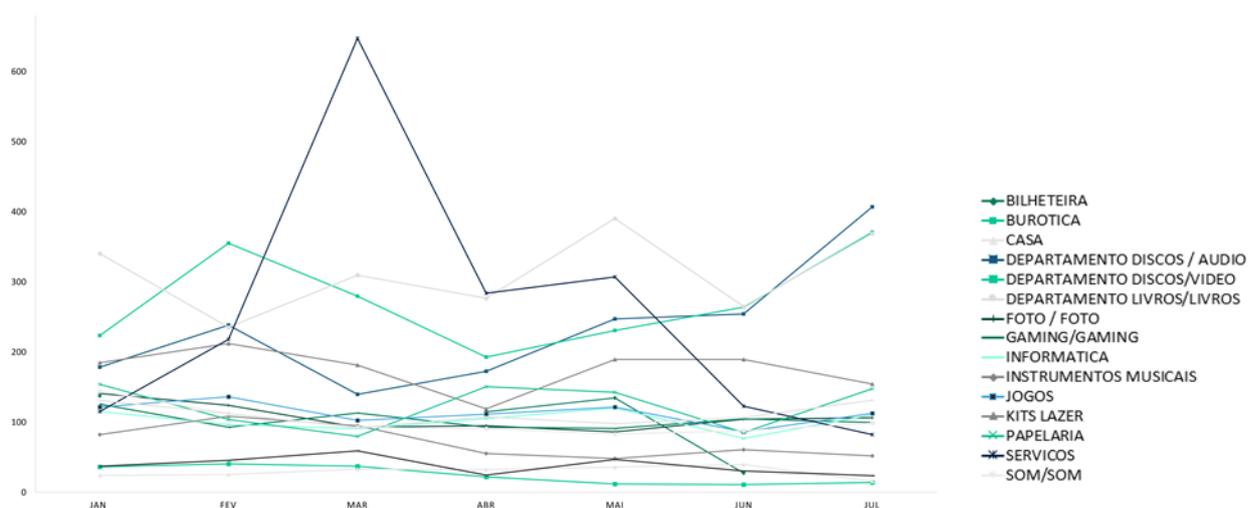


Gráfico 1- Variação dos KPIs ao longo do período [Jan 2018-Jul 2018]

Por fim a tabela 4 resume os valores calculados para os KPIs de cada departamento. Verifica-se que o número de artigos (equivalente ao número de etiquetas) varia para cada tipo de departamento, sendo que isso acontece devido às tipologias de artigos presentes em cada departamento.

| <b>Departamento</b>                | <b>Nº Etiquetas Hora</b> |
|------------------------------------|--------------------------|
| <b>BILHETEIRA</b>                  | 104                      |
| <b>BUROTICA</b>                    | 25                       |
| <b>CASA</b>                        | 30                       |
| <b>DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO</b> | 234                      |
| <b>DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO</b>   | 274                      |
| <b>DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS</b>  | 313                      |
| <b>FOTO / FOTO</b>                 | 107                      |
| <b>GAMING/GAMING</b>               | 103                      |
| <b>INFORMATICA</b>                 | 102                      |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS</b>       | 72                       |
| <b>JOGOS</b>                       | 113                      |
| <b>KITS LAZER</b>                  | 176                      |
| <b>PAPELARIA</b>                   | 123                      |
| <b>SERVICOS</b>                    | 254                      |
| <b>SOM/SOM</b>                     | 101                      |
| <b>TELECOMUNICACOES</b>            | 111                      |
| <b>TV VIDEO/TV VIDEO</b>           | 38                       |

Tabela 4- Tabela com valores de KPIs para cada departamento

Apesar de os KPIs terem sido determinados para cada departamento, para que os mesmos sejam utilizados pela ferramenta de alocação de recursos humanos ainda deverão ser agregados por tipo de equipa.

Esta agregação foi considerada, pois os dados disponíveis para o processo de etiquetagem, em termos da procura diária para o número de etiquetas está agregado por tipo de equipa e não por departamento. A tabela 5 expressa as relações entre cada departamento e o tipo de equipa.

| <b>Tipo de Equipa</b>             | <b>Departamento</b>  |
|-----------------------------------|--|
| <b>ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b> | <b>BUROTICA<br/>CASA<br/>FOTO / FOTO<br/>INFORMATICA<br/>SOM/SOM<br/>TELECOMUNICACOES<br/>TV VIDEO/TV VIDEO</b>  |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             | <b>DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO<br/>DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO<br/>GAMING/GAMING<br/>BILHETEIRA<br/>KITS LAZER</b> |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS</b>   |
| <b>LIVROS</b>                     | <b>DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS</b>  |
| <b>PAPELARIA</b>                  | <b>PAPELARIA</b>   |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | <b>JOGOS</b>   |

Tabela 5- Correspondência entre departamentos e tipo de equipa

O departamento “SERVICOS” não foi considerado para análise por sugestão do RD Logística Central. A razão de este departamento não ser considerado prende-se por este não pertencer a nenhum tipo de equipa e apresentar um processo de etiquetagem específico.

A formulação utilizada para determinar os KPIs globais de cada tipo de equipa está representada na seguinte equação:

$$KPI_x = \frac{\sum K_x}{\sum d} \quad (1)$$

Onde:

- $KPI_x$  – KPI representativo do número de artigos etiquetados por hora por cada operador no tipo de equipa  $x$ ;
- $K_x$  – KPI representativo do número de artigos etiquetados por hora por cada operador no departamento  $x$ , sendo que apenas são considerados os departamentos pertencentes ao tipo de equipa respetivo;
- $d$  – Número de departamentos;

Os KPIs finais calculados dizem respeito ao número de artigos (equivalente ao número de etiquetas) que cada operador consegue etiquetar por hora em cada um dos tipos de equipa presentes no processo de etiquetagem da Fnac, e os mesmos encontram-se representados na tabela 6.

| Tipo de Equipa             | Departamento                | Nº Etiquetas Hora | KPI |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----|
| ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO | BUROTICA                    | 24,8              | 74  |
|                            | CASA                        | 29,6              |     |
|                            | FOTO / FOTO                 | 107,1             |     |
|                            | INFORMATICA                 | 102,2             |     |
|                            | SOM/SOM                     | 101,5             |     |
|                            | TELECOMUNICACOES            | 111,4             |     |
|                            | TV VIDEO/TV VIDEO           | 38,3              |     |
| ENTRETENIMENTO             | DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO | 234,0             | 178 |
|                            | DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO   | 273,8             |     |
|                            | GAMING/GAMING               | 102,9             |     |
|                            | BILHETEIRA                  | 103,7             |     |
|                            | KITS LAZER                  | 176,0             |     |
| INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM) | INSTRUMENTOS MUSICAIS       | 71,8              | 72  |
| LIVROS                     | DEPARTAMENTO LIVROS/LIVROS  | 312,5             | 313 |
| PAPELARIA                  | PAPELARIA                   | 123,4             | 123 |
| JOGOS E BRINQUEDOS (JB)    | JOGOS                       | 113,3             | 113 |

Tabela 6- KPI para cada tipo de equipa do processo de etiquetagem

#### 5.4.4 Modelo em PL

Como base de cálculo para a ferramenta desenvolveu-se um modelo em programação linear, que foi resolvido usando o otimizador Open Solver.

Aplicou-se o modelo base do problema da Semi-Alocação descrito por Pentico (2007), alterando o objetivo da função de minimização de custo, para maximização da utilização dos recursos humanos, e consequente maximização de artigos etiquetados.

##### 5.4.4.1 Índices

$i$  – Tipo de Equipa, agregação de departamentos (Cod\_Fam1), aos quais os recursos serão alocados. O número de tipos de equipa varia entre 1 e 6, e a ordenação dos departamentos é definida pela ordem definida no sistema Fnac (1- Ecossistemas/Equipamento, 2- Entretenimento, 3- IM, 4- Livros, 5- Papelaria, 6- JB).

##### 5.4.4.2 Variáveis de decisão

$x_i$ - Número de recursos alocados no tipo de equipa  $i$ .

$k_i$ - KPI em número de etiquetas/hora (quantidade de etiquetas/artigos) de um recurso alocado ao tipo de equipa  $i$ .

$t_i$ - Tempo (horas) disponível de turno para a etiquetagem do tipo de equipa  $i$ .

##### 5.4.4.3 Parâmetros

$Q_i$ – Quantidade de artigos a etiquetar no tipo de equipa  $i$ .

$Op$  – Número de operadores disponíveis para o turno de trabalho do processo de etiquetagem.

##### 5.4.4.4 Restrições

As restrições ao modelo podem dividir-se em três tipos, restrições ao nível da procura diária de cada tipo de equipa, restrições ao nível dos recursos humanos disponíveis para o processo de etiquetagem, e restrições de integridade.

###### a. Restrições de Procura

Existe um objetivo diário para as quantidades de artigos a serem etiquetados, pelo que foram introduzidas restrições para que esse objetivo seja cumprido. As restrições (2) a (7) garantem

que o número de artigos etiquetados pelos operadores para cada um dos tipos de equipa seja igual ou superior à procura diária.

b. Restrições de Recursos Humanos

O número de recursos humanos disponíveis para o processo de etiquetagem varia diariamente sendo que poderá haver dias onde exista um menor número de recursos disponíveis devido a faltas por parte dos operadores, por motivo de férias ou por estes serem alocados a outras áreas. Considera-se então que terá que ser introduzida uma restrição com base no número de recursos disponíveis, sendo que a soma do número de recursos alocados deverá ser igual ao número de recursos disponíveis para o dia em específico. A restrição (8) representa esta imposição.

c. Restrições de Integridade

As restrições de integridade foram introduzidas para o *output* do otimizador Open Solver, estas restrições dizem respeito ao número ótimo de recursos a alocar em cada tipo de equipa. Foi definida então uma restrição que obriga o *output* a ser um número inteiro, pois como se fala em recursos humanos os mesmos não poderão ser outro valor senão um valor inteiro. A restrição (9) representada esta imposição.

#### 5.4.4.5 Função objetivo

A função objetivo representa o *output* total em termos do número de etiquetas, representando a quantidade de artigos etiquetados que se pretende maximizar. Esta maximização é calculada com base no produto do número de recursos alocados representado pelo primeiro termo da função ( $x_i$ ), o número de etiquetas/hora representado pelo segundo termo ( $k_i$ ) e o tempo em horas disponível para o turno de trabalho representado pelo terceiro termo ( $t_i$ ).

### 5.4.5 Formulação do Modelo

O modelo em programação linear, é representado pela seguinte formulação:

Maximizar:

$$\sum_{i=1} x_i k_i t_i \quad (1)$$

Sujeito a:

$$(x_1 * k_1 * t_1) \geq Q_1 \quad (2)$$

$$(x_2 * k_2 * t_2) \geq Q_2 \quad (3)$$

$$(x_3 * k_3 * t_3) \geq Q_3 \quad (4)$$

$$(x_4 * k_4 * t_4) \geq Q_4 \quad (5)$$

$$(x_5 * k_5 * t_5) \geq Q_5 \quad (6)$$

$$(x_6 * k_6 * t_6) \geq Q_6 \quad (7)$$

$$(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6) = Op \quad (8)$$

$$x_i \text{ Inteiro para } i = 1, 2, \dots, 6; \quad (9)$$

### 5.4.6 Resolução do Modelo em PL

Para a resolução do modelo em programação linear foi utilizado o otimizador Open Solver, este otimizador permite ser corrido utilizando o Microsoft Excel, para tal apenas terá de ser descarregado pois este não se encontra instalado nos *add-ins* do Microsoft Excel.

Após a instalação do mesmo, para a resolução do modelo deverá aceder-se ao separador “Data” e clicar no botão “Model”. Após clicar no botão irá aparecer a janela representada na figura 13, nesta janela deverão ser introduzidas as restrições definidas, as células variáveis (células onde será devolvido o resultado da otimização) e a função objetivo que corresponde a um campo onde os cálculos para o objetivo da maximização do número de artigos etiquetados foram definidos.

## Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos

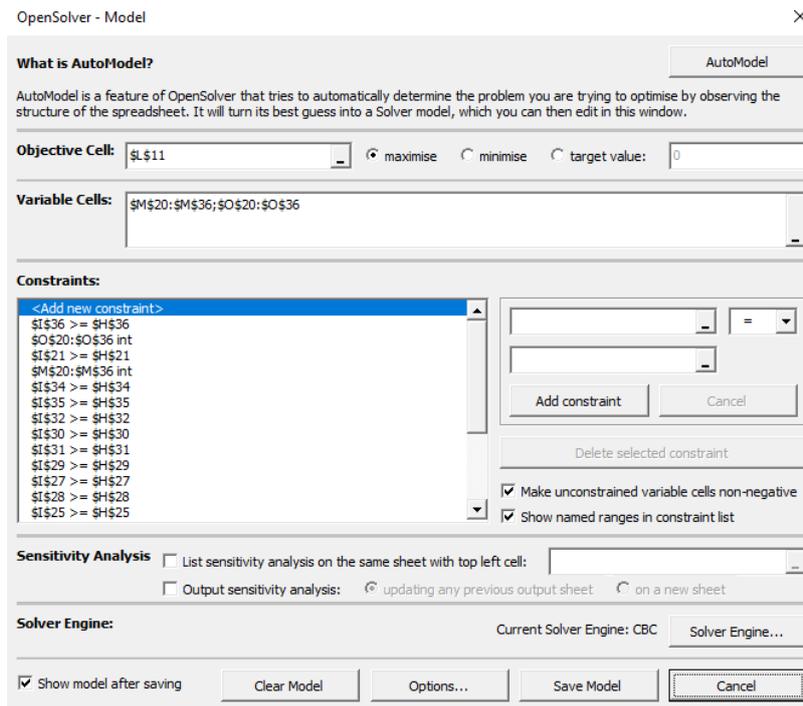


Figura 13- Modelo do Open Solver

### 5.4.7 Output Modelo

Depois de definidas todas as restrições, a função objetivo e as variáveis, ao clicar no botão “Solve” o otimizador Open Solver resolve o problema definido.

Na figura 14 está representado o *output* após resolução do problema, o otimizador encontra a solução ótima para a resolução problema definido em programação linear, cumprindo com as restrições estabelecidas. O otimizador devolve o número respetivo de recursos humanos, que deverão ser alocados à etiquetagem de cada um dos tipos de equipa.

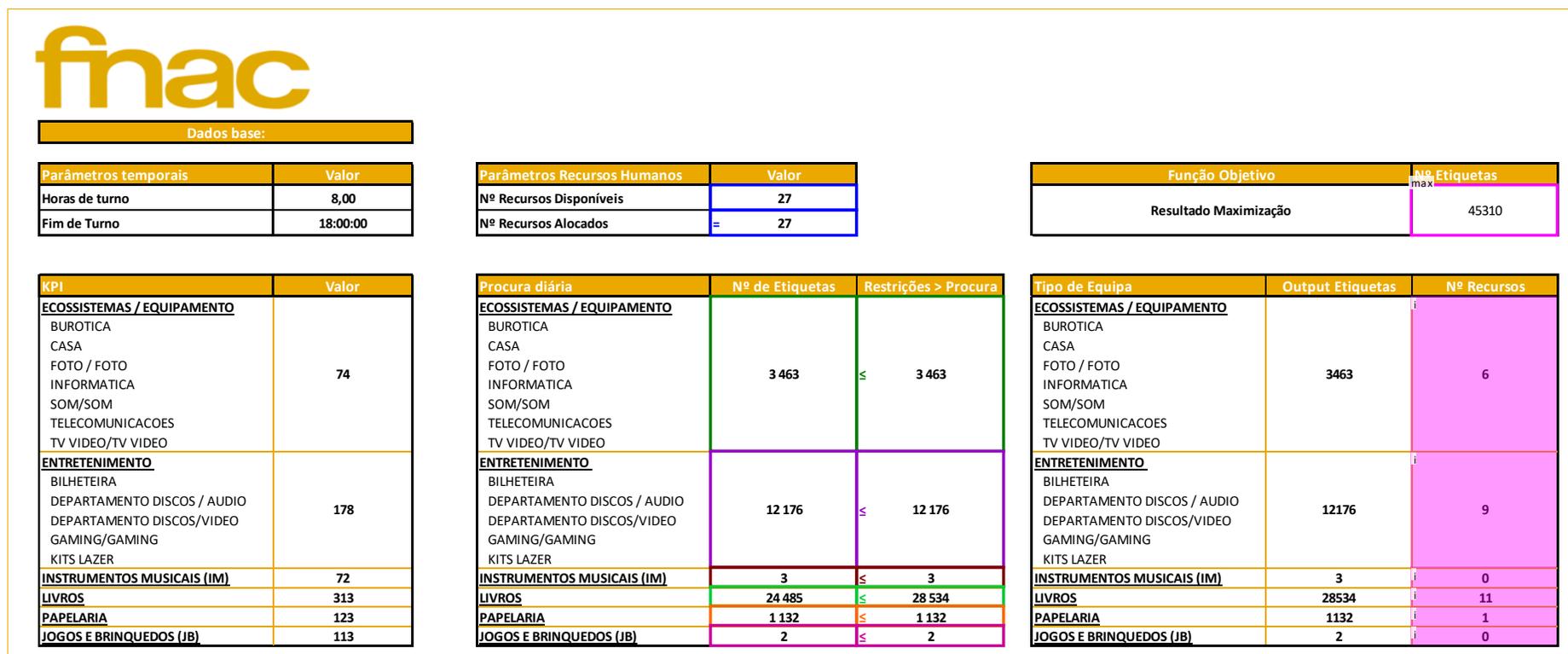


Figura 14- Output do Modelo resolvido pelo otimizador Open Solver

#### 5.4.8 Interface Visual da Ferramenta

Para a utilização da ferramenta por parte do RD Logística Central, foi criada uma interface visual através das funcionalidades do Microsoft Excel. O objetivo foi o de facilitar o processo de alocação de recursos humanos nos passos que o RD Logística Central terá de realizar, como também ajudar a que este processo seja realizado de uma forma mais prática e visual.

A ferramenta desenvolvida contém seis *sheets*. Para o utilizador, neste caso para o RD Logística Central obter o output de alocação, deverá passar por cada uma delas.

A primeira *sheet* diz respeito à interface, através desta folha e através dos comandos inseridos nos botões (01\_Info, 02\_Parâmetros, 03\_Solver, 04\_Output e 05\_Histórico) é possível aceder a qualquer uma das outras *sheets* da ferramenta. A *sheet* “00\_Interface” é representada na figura 15.

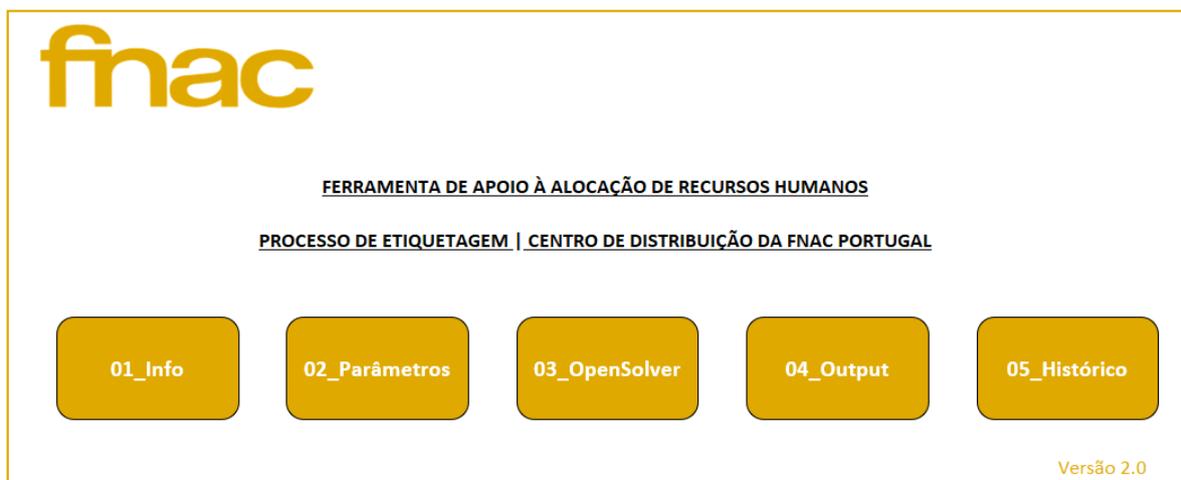
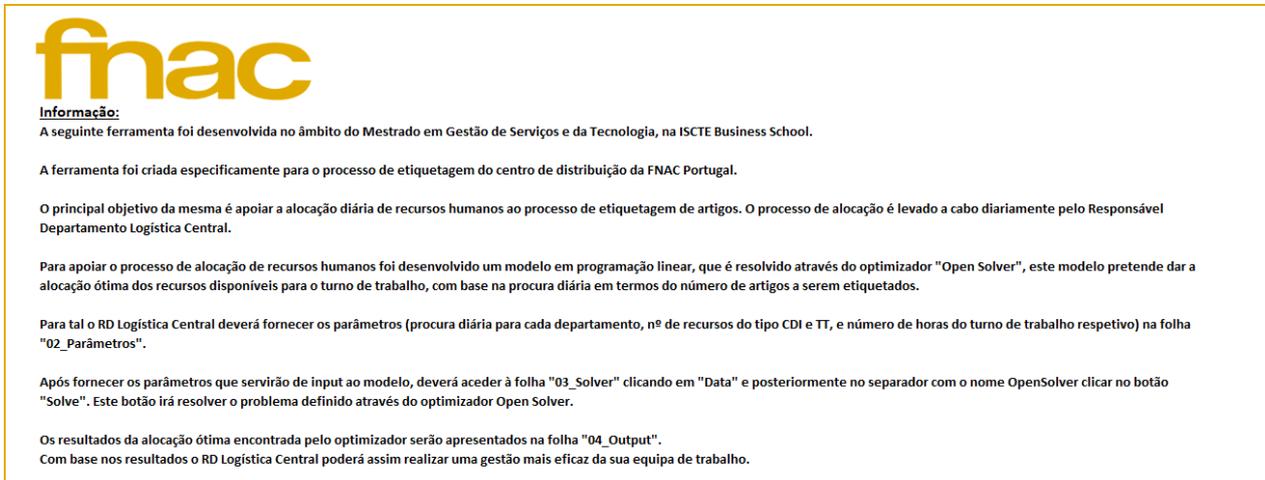


Figura 15- *Sheet* 00\_Interface da ferramenta

## Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos

A segunda *sheet* é meramente informativa, o objetivo da mesma é explicar o propósito e funcionamento da ferramenta desenvolvida, para que alguém que a esteja a utilizar pela primeira vez saiba quais os passos a realizar. Esta *sheet* encontra-se representada na figura 16.



**fnac**

**Informação:**  
A seguinte ferramenta foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Gestão de Serviços e da Tecnologia, na ISCTE Business School.

A ferramenta foi criada especificamente para o processo de etiquetagem do centro de distribuição da FNAC Portugal.

O principal objetivo da mesma é apoiar a alocação diária de recursos humanos ao processo de etiquetagem de artigos. O processo de alocação é levado a cabo diariamente pelo Responsável Departamento Logística Central.

Para apoiar o processo de alocação de recursos humanos foi desenvolvido um modelo em programação linear, que é resolvido através do otimizador "Open Solver", este modelo pretende dar a alocação ótima dos recursos disponíveis para o turno de trabalho, com base na procura diária em termos do número de artigos a serem etiquetados.

Para tal o RD Logística Central deverá fornecer os parâmetros (procura diária para cada departamento, nº de recursos do tipo CDI e TT, e número de horas do turno de trabalho respetivo) na folha "02\_Parâmetros".

Após fornecer os parâmetros que servirão de input ao modelo, deverá aceder à folha "03\_Solver" clicando em "Data" e posteriormente no separador com o nome OpenSolver clicar no botão "Solve". Este botão irá resolver o problema definido através do otimizador Open Solver.

Os resultados da alocação ótima encontrada pelo otimizador serão apresentados na folha "04\_Output".  
Com base nos resultados do RD Logística Central poderá assim realizar uma gestão mais eficaz da sua equipa de trabalho.

Figura 16- *Sheet* 01\_Info da ferramenta

Na terceira *sheet* representada na figura 17 pretende-se que o utilizador introduza os valores dos parâmetros a serem considerados no modelo. Estes parâmetros correspondem à procura diária para cada tipo de equipa, a quantidade de recursos disponíveis para o turno de trabalho, e por fim as horas disponíveis para o turno de trabalho.

Os valores variam diariamente, especialmente a quantidade de recursos disponíveis, pelo que estes campos terão de ser preenchidos todos os dias para o cálculo da alocação ótima de recursos humanos.



| Procura                           | 12/10/2018 |
|-----------------------------------|------------|
| <b>ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b> |            |
| BUROTICA                          | 3 463      |
| CASA                              |            |
| FOTO / FOTO                       |            |
| INFORMATICA                       |            |
| SOM/SOM                           |            |
| TELECOMUNICACOES                  |            |
| TV VIDEO/TV VIDEO                 |            |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             |            |
| BILHETEIRA                        | 12 176     |
| DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO       |            |
| DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO         |            |
| GAMING/GAMING                     |            |
| KITS LAZER                        |            |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | 3          |
| <b>LIVROS</b>                     | 24 485     |
| <b>PAPELARIA</b>                  | 1 132      |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | 2          |

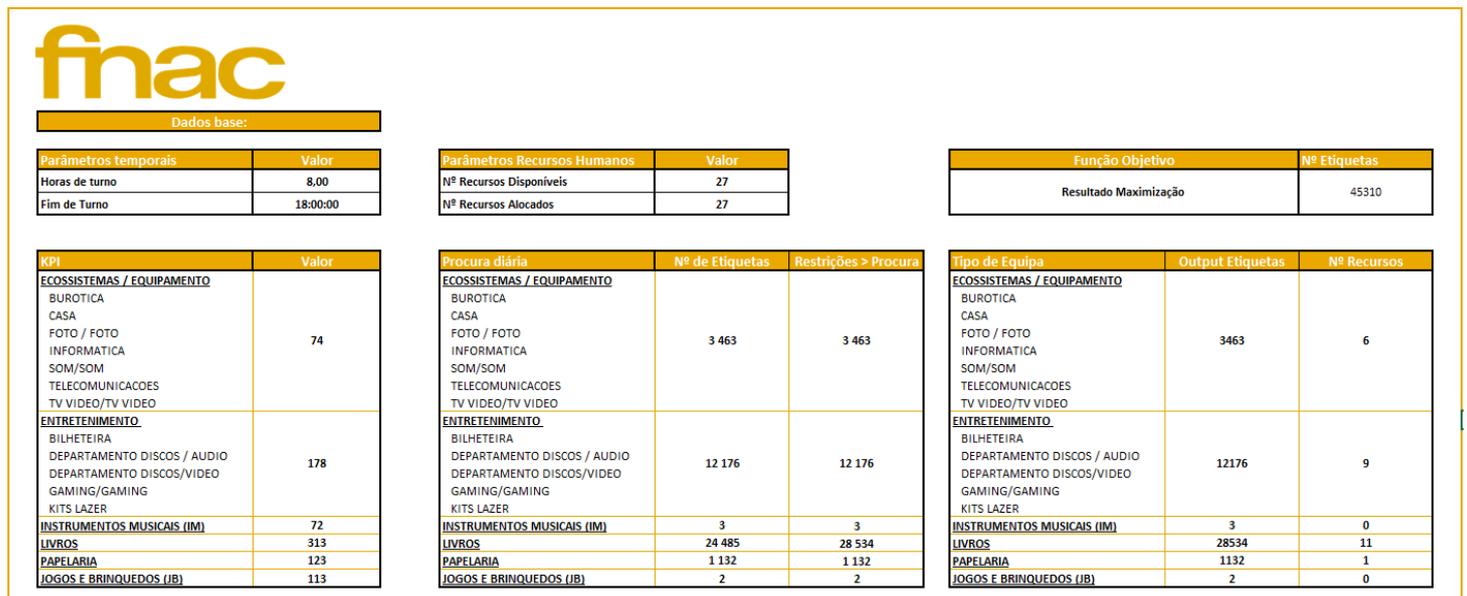
| Parâmetro                          | Valor |
|------------------------------------|-------|
| Quantidade de Recursos disponíveis | 27    |
| Horas de Turno                     | 8     |

Figura 17- *Sheet* 02\_Parâmetros da ferramenta

## Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos

A quarta *sheet* “03\_OpenSolver” apresenta resumidamente toda a informação que serve de *input* para o modelo em programação linear assim como o *output* resultante da otimização utilizando o Open Solver.

Nesta *sheet* estão contidos os KPIs de cada tipo de equipa, estão também representados todos os parâmetros definidos na *sheet* “02\_Parâmetros”. O utilizador poderá então confirmar se todos os valores definidos se encontram corretos, e após essa confirmação correr a otimização do Open Solver.



**fnac**

**Dados base:**

| Parâmetros temporais | Valor    |
|----------------------|----------|
| Horas de turno       | 8,00     |
| Fim de Turno         | 18:00:00 |

| Parâmetros Recursos Humanos | Valor |
|-----------------------------|-------|
| Nº Recursos Disponíveis     | 27    |
| Nº Recursos Alocados        | 27    |

| Função Objetivo       | Nº Etiquetas |
|-----------------------|--------------|
| Resultado Maximização | 45310        |

| KPI                               | Valor |
|-----------------------------------|-------|
| <b>ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b> |       |
| BURÓTICA                          |       |
| CASA                              |       |
| FOTO / FOTO                       | 74    |
| INFORMÁTICA                       |       |
| SOM/SOM                           |       |
| TELECOMUNICAÇÕES                  |       |
| TV VIDEO/TV VIDEO                 |       |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             |       |
| BILHETEIRA                        |       |
| DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO       | 178   |
| DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO         |       |
| GAMING/GAMING                     |       |
| KITS LAZER                        |       |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | 72    |
| <b>LIVROS</b>                     | 313   |
| <b>PAPELARIA</b>                  | 123   |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | 113   |

| Procura diária                    | Nº de Etiquetas | Restrições > Procura |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b> |                 |                      |
| BURÓTICA                          |                 |                      |
| CASA                              |                 |                      |
| FOTO / FOTO                       | 3 463           | 3 463                |
| INFORMÁTICA                       |                 |                      |
| SOM/SOM                           |                 |                      |
| TELECOMUNICAÇÕES                  |                 |                      |
| TV VIDEO/TV VIDEO                 |                 |                      |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             |                 |                      |
| BILHETEIRA                        |                 |                      |
| DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO       | 12 176          | 12 176               |
| DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO         |                 |                      |
| GAMING/GAMING                     |                 |                      |
| KITS LAZER                        |                 |                      |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | 3               | 3                    |
| <b>LIVROS</b>                     | 24 485          | 28 534               |
| <b>PAPELARIA</b>                  | 1 132           | 1 132                |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | 2               | 2                    |

| Tipo de Equipa                    | Output Etiquetas | Nº Recursos |
|-----------------------------------|------------------|-------------|
| <b>ECOSSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b> |                  |             |
| BURÓTICA                          |                  |             |
| CASA                              |                  |             |
| FOTO / FOTO                       | 3463             | 6           |
| INFORMÁTICA                       |                  |             |
| SOM/SOM                           |                  |             |
| TELECOMUNICAÇÕES                  |                  |             |
| TV VIDEO/TV VIDEO                 |                  |             |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             |                  |             |
| BILHETEIRA                        |                  |             |
| DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO       | 12176            | 9           |
| DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO         |                  |             |
| GAMING/GAMING                     |                  |             |
| KITS LAZER                        |                  |             |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | 3                | 0           |
| <b>LIVROS</b>                     | 28534            | 11          |
| <b>PAPELARIA</b>                  | 1132             | 1           |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | 2                | 0           |

Figura 18- Sheet 03\_OpenSolver

Apesar do *output* da ferramenta aparecer já representado na *sheet* “03\_OpenSolver”, foi criada uma quinta *sheet* “04\_Output” com o resumo das informações, e com os resultados da otimização.

Esta *sheet* retrata a informação de uma forma mais resumida, informando o utilizador de qual a alocação ótima que irá permitir a maximização do *output* do número de etiquetas, esta encontra-se representada na figura 19.

| Procura                           | Nº Recursos | Etiquetas |
|-----------------------------------|-------------|-----------|
| <b>ECOSISTEMAS / EQUIPAMENTO</b>  |             |           |
| BUROTICA                          |             |           |
| CASA                              |             |           |
| FOTO / FOTO                       | 6           | 3 463     |
| INFORMATICA                       |             |           |
| SOM/SOM                           |             |           |
| TELECOMUNICACOES                  |             |           |
| TV VIDEO/TV VIDEO                 |             |           |
| <b>ENTRETENIMENTO</b>             |             |           |
| BILHETEIRA                        |             |           |
| DEPARTAMENTO DISCOS / AUDIO       | 9           | 12 176    |
| DEPARTAMENTO DISCOS/VIDEO         |             |           |
| GAMING/GAMING                     |             |           |
| KITS LAZER                        |             |           |
| <b>INSTRUMENTOS MUSICAIS (IM)</b> | 0           | 3         |
| <b>LIVROS</b>                     | 11          | 28 534    |
| <b>PAPELARIA</b>                  | 1           | 1 132     |
| <b>JOGOS E BRINQUEDOS (JB)</b>    | 0           | 2         |

| Tipo de Mesa        | Nº Recursos Sugerido | Nº Recursos Alocados | Etiquetas |
|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| Mesa Livros         | 13                   |                      | 29668     |
| Mesa Entretenimento | 9                    |                      | 12176     |
| Mesa PT'S           | 6                    |                      | 3466      |

|  |  |                         |               |
|--|--|-------------------------|---------------|
|  |  | <b>Total Etiquetas:</b> | <b>45 310</b> |
|--|--|-------------------------|---------------|

Figura 19- Sheet 04\_Output

A *sheet* 04\_Output expressa a alocação ótima dos recursos humanos disponíveis para o processo de etiquetagem entre os três tipos de mesas: Livros, Entretenimento e PT's (Produtos Técnicos).

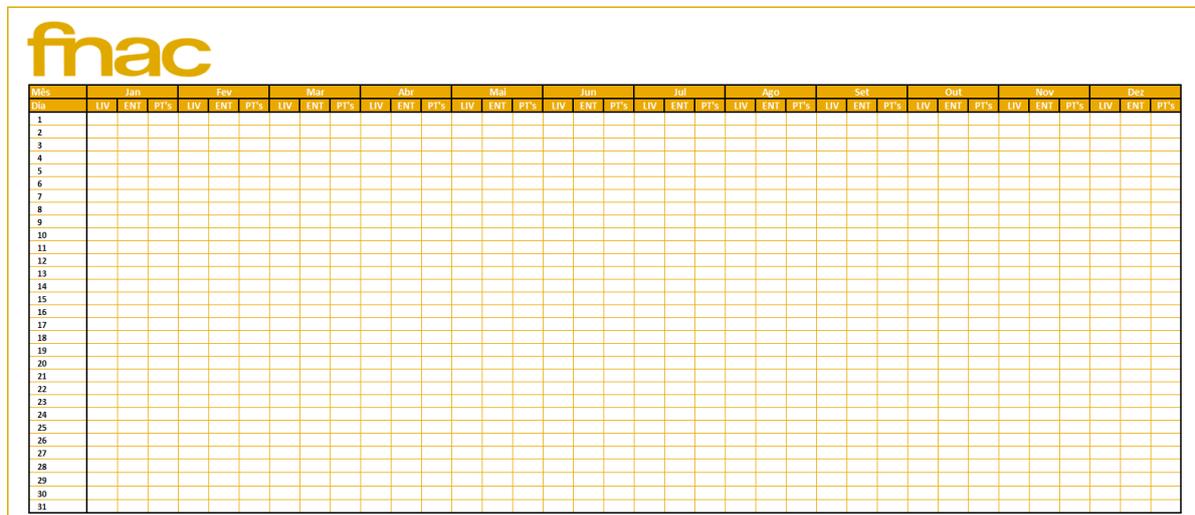
O utilizador da ferramenta neste caso o RD Logística Central poderá seguir o *output* da ferramenta para a alocação de recursos humanos, ou poderá realizar alterações ao número de recursos alocados se o achar pertinente. Por esta razão foram criadas duas colunas, uma com o *output* e de nome “Nº de Recursos Sugeridos” e outra com o nome de “Nº de Recursos Alocados” que poderá ser preenchida com os mesmos valores que a outra coluna, ou não, esta é uma decisão que caberá ao RD Logística Central tomar.

## Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos

O quadro resumo expressa também uma previsão para o número de etiquetas previsto que os recursos poderão etiquetar no respetivo dia.

Por fim a sexta *sheet* de nome 05\_Histórico representada na figura 20 tem como objetivo armazenar a informação relativa à alocação diária dos vários recursos humanos às várias mesas de etiquetagem.

Nesta folha o utilizador poderá guardar a informação diária, para todos os meses da alocação de recursos humanos. Esta informação poderá ser usada para tratamento de informação e análises como por exemplo análises ao perfil de alocação mensal.



The image shows a spreadsheet interface with the 'fnac' logo in the top left corner. The spreadsheet is organized as follows:

- Columns:** The columns are grouped by month, from January to December. Each month has three sub-columns labeled 'LIV', 'ENT', and 'PTS'.
- Rows:** The rows are numbered from 1 to 31, representing the days of the month.
- Grid:** The main area of the spreadsheet is a large grid of empty cells, intended for data entry.

Figura 20- *Sheet* 05\_Histórico

## 5.5 Implementação e Teste da Ferramenta

Com o objetivo de avaliar o desempenho da ferramenta no contexto operacional, foram realizados testes no processo de etiquetagem de artigos do CD da Fnac, durante uma semana de operação no período [15/10/2018 - 19/10/2018].

Os testes foram levados a cabo pelo RD Logística Central. Todas as manhãs antes do início do turno, o RD Logística Central preencheu os campos de procura diária, número de recursos disponíveis e tempo de turno, correndo posteriormente o otimizador na ferramenta, com o objetivo de obter o *output* de alocação de recursos humanos para os diferentes tipos de mesas.

Os resultados dos testes permitiram ao RD Logística Central obter uma alocação de recursos humanos adaptada à realidade operacional, alcançando assim o objetivo de etiquetagem diário.

Conclui-se assim que os resultados dos testes foram positivos, visto que se comprovou a viabilidade e praticabilidade da ferramenta para o apoio à alocação de recursos humanos do processo de etiquetagem.

Os resultados do número de recursos humanos alocados e quantidade de artigos etiquetados em cada tipo de mesa, durante os testes realizados à ferramenta encontram-se representados na tabela 7.

| Dia        | Número RH's Alocados |     |      |       | Quantidade Artigos Etiquetados |        |        |        |
|------------|----------------------|-----|------|-------|--------------------------------|--------|--------|--------|
|            | LIV                  | ENT | PT's | Total | LIV                            | ENT    | PT's   | Total  |
| 15/10/2018 | 10                   | 7   | 14   | 31    | 29.886                         | 7.464  | 10.716 | 48.066 |
| 16/10/2018 | 10                   | 7   | 14   | 31    | 22.960                         | 4.004  | 8.997  | 35.961 |
| 17/10/2018 | 13                   | 4   | 13   | 30    | 21.282                         | 12.830 | 9.573  | 43.685 |
| 18/10/2018 | 11                   | 6   | 15   | 32    | 20.445                         | 11.852 | 14.283 | 46.580 |
| 19/10/2018 | 13                   | 4   | 13   | 30    | 28.097                         | 4.591  | 9.087  | 41.775 |

Legenda: LIV- Livros; ENT- Entretenimento, PT's- Produtos Técnicos

Tabela 7- Resultados dos testes realizados à ferramenta

No total da semana o objetivo foi alcançado e foram etiquetados 216.067 artigos para serem enviados para as lojas Fnac, com uma média de 31 recursos humanos alocados diariamente ao processo de etiquetagem.

### 5.5.1 Processo de Alocação de Recursos Humanos (TO-BE)

Com a introdução da ferramenta na operação da Fnac, o processo de alocação de recursos humanos realizado pelo RD Logística Central na etiquetagem altera-se também. O novo processo realizado é mais célere e compreende a realização de um menor número de passos por parte do RD Logística Central.

As vantagens da introdução deste novo processo são (1) a rapidez comparado ao processo anterior, ou seja este processo consome um menor tempo de turno ao RD Logística Central, sendo que o processo anterior consumia entre 10 a 15 minutos e o novo processo consome cerca de 5 minutos, (2) possibilidade do RD Logística Central poder realizar uma melhor gestão sobre o processo e sobre a sua equipa de etiquetagem, e por fim a (3) possibilidade de este trabalhar com informação real, permitindo assim ajustar a alocação de recursos humanos da etiquetagem às necessidades da Fnac.

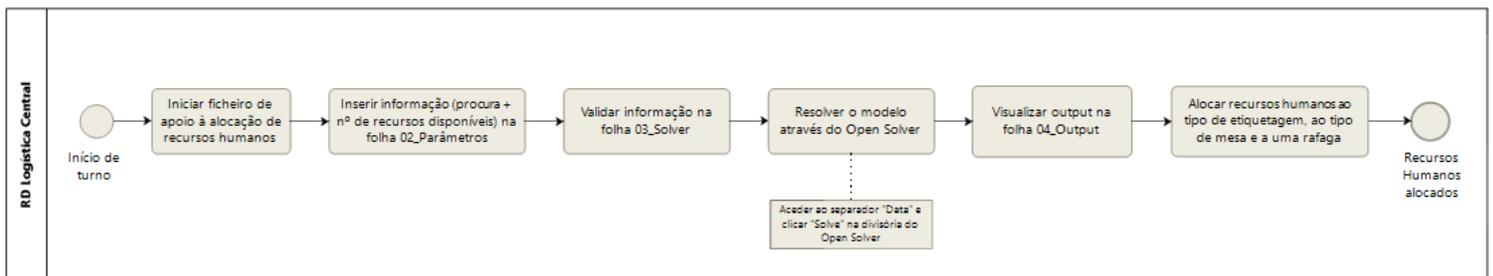


Figura 21- Processo de Alocação de Recursos Humanos TO-BE

## **6. Sugestões de Melhoria**

Neste último capítulo pretende-se transmitir ao leitor quais as ações sugeridas à operação do centro de distribuição da Fnac, mais especificamente ações de melhoria propostas para o processo de etiquetagem.

### **6.1 Implementação de um sistema de gestão de desempenho operacional**

Uma das sugestões para operação da Fnac é a implementação de um sistema que permita ao Responsável Departamento da Logística Central avaliar o desempenho dos operadores no processo de etiquetagem diariamente.

Com base em KPIs de produtividade poderiam ser criados relatórios diários que permitissem um acompanhamento da performance dos operadores, refletindo assim o desempenho dos mesmos nas tarefas alocadas, permitindo aos responsáveis do processo tomar decisões como por exemplo a mudança de operadores para outras áreas do centro de distribuição, ou a alteração de operadores para etiquetagem de outros departamentos.

Este sistema de gestão de desempenho operacional poderia ser também alargado a outros processos no centro de distribuição.

### **6.2 Desenvolvimento da ferramenta de apoio à alocação de RH em outras áreas**

Uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos poderá ser desenvolvida também para outros processos relevantes no centro de distribuição da Fnac, auxiliando assim outros responsáveis e chefes de equipa na sua tarefa de alocação de recursos humanos aos diferentes processos e tarefas.

### **6.3 Informação sobre procura para cada departamento**

Uma das dificuldades sentidas pelos responsáveis do processo de etiquetagem prende-se ao nível do *reporting*. A informação disponível em relação à quantidade necessária de artigos a etiquetar é agregada ao tipo de equipa e não ao departamento, sendo que quando se realiza a alocação de recursos humanos a mesma é baseada na procura agregada por tipo de equipa e não por departamento.

Esta informação facilitaria o processo de alocação e permitiria a utilização dos KPIs por departamento e não por tipo de equipa.

#### **6.4 Desenvolvimento de uma aplicação com base na ferramenta**

A ferramenta desenvolvida utilizando o Microsoft Excel, poderia ser utilizada como base para o desenvolvimento de uma aplicação móvel. Esta aplicação permitiria uma maior mobilidade ao processo e poderia estar disponível para utilização em equipamentos como PDT, *Smartphones* ou *Tablets*.

#### **6.5 Atualização do sistema *Pick-to-Light***

O atual sistema de *pick-to-light* utilizado no processo de etiquetagem é antigo, pelo que, a introdução de um sistema mais recente permitiria o aumento dos níveis de produtividade dos operadores alocados. Isto iria representar um aumento no número de artigos etiquetados por hora por cada operador.

## **7. Conclusões**

Neste último capítulo, expõem-se as principais conclusões do projeto e da problemática abordada. Apresentam-se também as respostas às questões de investigação enumeradas inicialmente. São também identificadas as principais limitações do estudo, assim como recomendações para trabalhos futuros que possam vir a ser elaborados.

### **7.1 Conclusões Finais**

O tema escolhido para o projeto foi o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos, com aplicação no centro de distribuição da Fnac Portugal . Este tema foi selecionado principalmente por dois motivos, em primeiro lugar devido à necessidade da existência de uma ferramenta deste tipo no processo de etiquetagem de artigos do centro de distribuição da Fnac, e em segundo lugar com o objetivo de apresentar um exemplo de um desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos numa operação logística com elevada dependência nos seus recursos humanos, que possa servir como base para futuros projetos na mesma área.

Inicialmente procurou-se estudar na revisão de literatura o problema da alocação de recursos humanos, assim como as suas aplicações nas várias áreas e principais métodos de resolução. Dentro desta problemática foram estudados os modelos apresentados por Pentico (2007) para a resolução deste tipo de problemas, mais especificamente foram analisadas quatro variações dentro dos modelos onde são alocadas no máximo uma tarefa por cada agente, sendo que o modelo mais indicado para a aplicação na problemática da Fnac Portugal foi o da Semi-Alocação, cumprindo com a maioria dos parâmetros, excetuando o objetivo do modelo. Utilizou-se assim uma variação do problema da Semi-Alocação, com o objetivo a ser a maximização da utilização dos recursos e com agentes alocados a tarefas idênticas.

Dentro das variações dos métodos de resolução do problema de alocação de recursos humanos escolheu-se a programação linear, pois a mesma é usada regularmente na otimização problemas de decisão, e pode ser aplicada a realidades específicas. O otimizador escolhido foi o Open Solver por este apresentar um desempenho superior na resolução de problemas de programação linear com alguma complexidade.

O próximo passo foi a contextualização do problema da Fnac Portugal, para tal estudou-se em detalhe o processo de etiquetagem de artigos, e o processo de alocação de recursos humanos realizado na etiquetagem. Ao analisar ambos os processos, chegou-se à conclusão que não existiam KPIs definidos na etiquetagem, os mesmos foram desenvolvidos com base nos relatórios de produtividade mensal dos operadores alocados ao processo de etiquetagem. Após o desenvolvimento dos KPIs definiu-se o modelo em programação linear a ser otimizado, definiram-se a função objetivo, as variáveis e as restrições do modelo.

Posteriormente ao desenvolvimento do modelo, foi construída a interface visual da ferramenta, esta interface permite o uso da ferramenta por parte do utilizador, de uma forma fácil e intuitiva. A interface foi desenvolvida utilizando o Microsoft Excel e contém uma série de *sheets* e de passos que deverão ser seguidos para alcançar o objetivo da otimização da alocação de recursos humanos.

Com os testes realizados à ferramenta pode-se concluir que a mesma é viável, e que apresenta resultados positivos e adaptados à realidade da Fnac.

Os benefícios para a operação do processo de etiquetagem da Fnac Portugal, obtidos através da ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos desenvolvida, foram ao encontro das dificuldades iniciais sentidas neste processo.

Com a introdução da ferramenta o tempo que o RD Logística Central consome de operação para encontrar a alocação de recursos ótima foi reduzido, sendo o tempo anterior entre 10 a 15 minutos e o tempo atual de apenas aproximadamente 5 minutos. A ferramenta desenvolvida permite também realizar uma melhor gestão da equipa de etiquetagem, visto que os resultados da alocação de recursos humanos que a mesma transmite dependem dos valores de procura diária e do número de recursos disponíveis, permitindo assim adaptar diariamente a equipa consoante a necessidade operacional. Por fim a ferramenta permite também ao utilizador um acompanhamento do número de recursos alocados ao longo do tempo, possibilitando assim ao utilizador traçar cenários de alocação e estudar períodos temporais específicos de operação.

## 7.2 Limitações do Estudo

Ainda que a problemática em questão tenha sido resolvida, e os resultados tenham tido um impacto positivo, a inexistência de uma metodologia já testada e estudada em outras situações apresentou-se como uma limitação. Outras metodologias poderão ser usadas para um projeto com as mesmas características, sendo que a metodologia utilizada foi especificamente desenvolvida para a problemática do projeto.

Outra das limitações apresentou-se ao nível do desenvolvimento dos KPIs de produtividade e do seu uso pela ferramenta desenvolvida. Para uma visão mais adaptada da realidade, os KPIs deveriam ser definidos e utilizados consoante a necessidade de cada departamento e não para cada tipo de equipa. Isto permitira ter uma ideia mais aproximada do número de etiquetas real que cada operador consegue realizar por hora e de qual o número de recursos humanos ideal a alocar, pois o nível de departamento ou Cod\_Fam1 é mais detalhado que o nível “tipo de equipa” que é uma agregação de vários departamentos.

## 7.3 Questões de Investigação

Neste subcapítulo pretende-se dar resposta às questões de investigação introduzidas inicialmente.

**Q1:** Qual a melhor metodologia a utilizar no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à alocação de recursos humanos?

**R1:** Tal como referido anteriormente, não foi encontrado nenhum exemplo de um caso de estudo que analisasse a problemática da alocação de recursos humanos numa vertente mais processual da logística ou especificamente num centro de distribuição, pelo que o desenvolvimento do projeto não se baseou numa metodologia previamente estudada e testada.

Pode-se por outro lado concluir que a metodologia utilizada para este projeto em específico permitiu que o objetivo do mesmo fosse cumprido. A metodologia utilizada para o projeto conteve os passos de (1) contextualização do problema, (2) recolha e análise dados, (3) elaboração de KPIs, (4) desenvolvimento da ferramenta e por fim (5) implementação e teste.

Conclui-se portanto que a metodologia utilizada foi adequada na problemática da alocação de recursos humanos ao processo de etiquetagem, sendo que esta metodologia poderá ser adaptada para casos semelhantes. Caso existam já KPIs definidos para outras operações ou processos, o passo número três poderá ser evitado.

**Q2:** Que podem as organizações fazer para otimizar a utilização dos seus recursos humanos numa operação logística?

**R2:** Com base no projeto desenvolvido pode-se concluir que para a otimização da utilização e alocação dos recursos humanos numa operação como a da Fnac, a capacidade de possuir informação fiável e em tempo real é determinante. Para alcançar a otimização de recursos humanos verificou-se também que a existência de ferramentas que permitam facilitar e apoiar os processos de alocação de recursos humanos e também de planeamento, apresentam-se como grandes mais valias. Estas ferramentas poderão ser desenvolvidas internamente ou poderão ser adquiridas soluções já existentes no mercado.

**Q3:** Qual a relevância que uma ferramenta deste tipo poderá ter em operações que envolvam muitos recursos humanos?

**R3:** Quanto maior for uma equipa de recursos humanos mais complexa se torna a sua gestão. Possuir ferramentas que apoiem a gestão e alocação desses recursos humanos é uma ajuda significativa, que permite realizar uma melhor gestão dos recursos. Entende-se então que ferramentas deste tipo têm grande relevância em operações com muitos recursos humanos.

**Q4:** Qual o melhor otimizador a ser utilizado na resolução de problemas de otimização envolvendo a alocação de recursos humanos?

**R4:** Para o caso estudado em específico, o otimizador presente no Microsoft Excel, o Microsoft Excel Solver revelou-se não ser o mais adequado, devido à complexidade do problema definido, sendo que o mesmo demorava muito tempo em encontrar uma solução admissível para o problema em questão. Por outro lado, o Open Solver mostrou ser um otimizador capaz de suportar a complexidade do modelo, e capaz de gerar uma solução em pouco tempo (aproximadamente cinco segundos).

Conclui-se assim que comparativamente ao Solver presente no Excel, o Open Solver apresenta um desempenho superior, e que o mesmo poderá ser usado em problemas de programação

linear com alguma complexidade. A decisão do melhor otimizador a utilizar em cada problema deverá ser tomada consoante a complexidade e características do mesmo.

#### **7.4 Sugestões para trabalhos futuros**

Visto que a literatura para este tema aplicado no contexto da logística é escassa, uma sugestão a futuros investigadores é que a problemática da alocação de recursos humanos seja também analisada no contexto onde a importância das funções desempenhadas pelos recursos humanos é preponderante, como a logística.

Relativamente à ferramenta desenvolvida usando o Microsoft Excel, sugere-se que se analisem outras plataformas ou programas para o desenvolvimento deste tipo de ferramentas, com o objetivo de profissionalizar e personalizar as soluções.

De forma a validar se o desenvolvimento de ferramentas desta índole deverá ocorrer internamente, ou se deverão ser adquiridas soluções já existentes no mercado, sugere-se a comparação entre várias soluções para a alocação de recursos humanos.

Por fim, apesar da resolução da problemática no caso da Fnac ter sido resolvida usando um modelo em programação linear e o otimizador Open Solver, recomenda-se também o teste de outros métodos para a resolução de problemas de alocação de recursos humanos em casos específicos da logística.

## Lista de Referências

- Ammar, A., & Elkosantini, S., & Pierreval, H. 2012. *Resolution of multi-skilled workers assignment problem using simulation optimization: A case study*. Apresentado em International Conference on Computer Science and Automation Engineering, Zhangjiajie.
- Anastasiou, S. 2012. *Critical human resources management functions for efficient logistics and supply chain management*. Apresentado em 2nd International Conference on Supply Chains. Katerini.
- Akiniyi, J. 2008. Allocating available resources with the aid of linear programming: roadmap to economic recovery. *Multidisciplinary Journal of Research Development*, 10(2): 113-139.
- Bartholdi, J., & Hackman, S. 2017. *Warehouse & distribution science*. Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- Bouajaja, S., & Dridi, N. 2017. A survey on human resource allocation problem and its applications. *Operational Research*, 17(2): 339-369.
- Bowerson, D., & Closs, D., & Cooper, M. 2012. *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill Education.
- Carmichael, H., & MacLeod, W. 1993. Multiskilling, technical change and the Japanese firm. *The Economic Journal*, 103(416): 142-160.
- Carvalho, J. 2010. *Logística e gestão da cadeia de abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chopra, S., & Meindl, P. 2000. *Supply chain management: Strategy, planning and operations*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Christopher, M. 2011. *Logistics & Supply Chain Management*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Cidade, P. 2014. *Otimização do planeamento e escalonamento da produção na indústria de produtos agro químicos*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Collinson, S. 2001. Knowledge management capabilities in R&D: a UK-Japan company comparison. *R&D Management*, 31(3): 335-347.
- Corominas, A., & Pastor, R., & Rodríguez, E. 2006. Rotational allocation of tasks to multifunctional workers in a service industry. *International Journal of Production Economics*, 103(1): 3-9.
- Davenport, T. 1992. *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Dumas, M., & La Rosa, M., & Mendling, J., & Reijers, H. 2013. *Fundamentals of business process management*. Berlin: Springer.
- Eiselt, A., & Marianov, V. 2008. Employee positioning and workload allocation. *Computer & Operations Research*, 35(2): 513-524.
- Emmett, S. 2005. *Excellence in warehouse management*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Frazão, A. 2011. *Planeamento agregado de produção e distribuição da SECIL, S.A.: Um modelo de otimização em programação linear inteira mista*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa.
- Fylstra, D., & Lasdon, L., & Watson, J., & Waren, A. 1998. Design and use of the Microsoft Excel solver. *Interfaces*, 28(5): 29-55.
- Gomar, J., & Haas, C., & Morton, D. 2002. Assignment and allocation optimization of partially multiskilled workforce. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(2): 103-109.

- Hill, M., & Santos, M. 2015. *Investigação Operacional Programação Linear*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Hompel, M., & Schmidt, T. 2007. *Warehouse management: Automation and organisation of warehouse and order picking systems*. Dortmund: Springer.
- Ibaraki, T., & Katoh, N. 1998. *Resource allocation problems: Algorithmic approaches*. Cambridge: MIT Press.
- Kwak, N., & Lee, C. 1997. A linear goal programming model for human resource allocation in a health-care organization. *Journal of Medical Systems*, 21(3): 129-140.
- Lee, C., & Choy, K., & Law, K., & Ho, G. 2014. Application of intelligent data management in resource allocation for effective operation of manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*. 33: 412-422.
- Lopez-Cabrales, A., & Valle, R., & Herrero, I. 2006. The contribution of core employees to organizational capabilities and efficiency. *Wiley Periodicals, Inc.*, 45(1): 81–109.
- Malinski, R. 2002. Job rotation in an academic library: Damned if you do and damned if you don't!. *Library trends*, 50(4): 673-680.
- Marinho, B., & Vasconcellos, E. 2007. Dimensionamento de recursos humanos: Desenvolvimento de um modelo conceitual e sua aplicação. *Revista de Gestão*. 14(2): 61-76.
- Mason, A., & Dunning, I. 2010. *OpenSolver: Open source optimisation for excel*. Apresentado em Annual Conference of the ORSNZ. Auckland.
- Meier, H. 2013. Key performance indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. *Procedia CIRP*, 11: 99-104.
- Mestre, J. 2011. *Projecto e planeamento de armazéns: Aplicação ao caso da sociedade da água do luso*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Miranda, T. 2010. *Planeamento e afectação de recursos em saúde – Um caso de estudo*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa.
- Murakami, K., & Tasan, S., & Gen, M., Oyabu, T. 2010. *A solution of human resource allocation problem in a case of hotel management*. Apresentado em International conference on computers and industrial engineering. Awaji.
- Parmenter, D. 2007. *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Pentico, D. 2007. Assignment problems: A golden anniversary survey. *European Journal of Operational Research*, 176(2): 774-793.
- Prokopenko, J. 1987. *Productivity management: A practical handbook*. Geneva: International Labour Organisation.
- Ramalhete, M., & Figueiredo, J., & Magalhães, A. 1985. *Programação linear*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Sanders, N. 2004. Using warehouse workforce flexibility to offset forecast errors. *Journal of Business Logistics*, 25(2): 251-269.
- Serra, M., & Silva, E., & Takagi, N., & Cardoso, A., & Bueno, T., & Arruda., G. 2017. *Manual de gestão de processos*. Escritório de Projetos e Processos, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.
- Smith, J., & Tompkins, J. 1998. *The warehouse management handbook*. Raleigh: Tompkins Press.
- Trigo, A. 2015. *Desenvolvimento de KPIs para avaliação da logística interna do armazém da empresa UNIVEG*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

- Triggs, D., & King, P. 2000. Job rotation: An administrative strategy for hazard control. *Professional Safety*, 45(2): 32-34.
- Van den Berg, J. 2007. *Integral warehouse management*. Utrecht: Management Outlook.
- Walkenbach, J. 2010. *Microsoft excel 2010 bible*. Crosspoint Boulevard: Wiley Publishing, Inc.
- Wogu, O. 2014. An application of linear programming for efficient resource allocation. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(6): 9-13.
- Yin, R. 1984. *Case study: Research design and methods*. London: SAGE Publications.
- Yin, R. 2003. *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Yoshimura, M., & Fujimi, K., & Nishiwaki, S. 2006. Decision-making support system for human resource allocation in product development projects. *International Journal of Production Research*. 44(5): 831-848.
- Zhaodong, H., & Wenbing, C., & Yiyong, X., & Rui, L. 2010. *Optimizing human resources allocation on aircraft maintenance with predefined sequence*. Apresentado em International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management. Harbin.

## ANEXOS

### Modelos de Pentico (2007)

- Problema clássico da alocação:

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \\ \text{Subject to:} \quad & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n, \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n, \\ & x_{ij} = 0 \text{ or } 1, \end{aligned}$$

- Problema Clássico da Alocação (agentes com diferentes aptidões):

$$\begin{aligned} \text{Maximize} \quad & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \\ \text{Subject to:} \quad & \sum_{i=1}^m q_{ij}x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n, \\ & \sum_{j=1}^n q_{ij}x_{ij} \leq 1 \quad i = 1, \dots, m, \\ & x_{ij} = 0 \text{ or } 1, \end{aligned}$$

- Problema da Alocação K-Cardinal:

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \\ \text{Subject to:} \quad & \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n, \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1 \quad i = 1, \dots, m, \\ & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = k, \\ & x_{ij} = 0 \text{ or } 1, \end{aligned}$$

- Problema da Semi-Alocação:

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Subject to:} \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, m,$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } 1,$$