



JOSÉ MARIA PINTO BASTOS

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

# PROPOSTA DE UM MODELO METODOLÓGICO HÍBRIDO CCPM-AGILE

CASO DE ESTUDO NUMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa  
Setembro, 2022





# PROPOSTA DE UM MODELO METODOLÓGICO HÍBRIDO CCPM-AGILE

CASO DE ESTUDO NUMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

**JOSÉ MARIA PINTO BASTOS**

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Orientadora:** Prof. Doutora Alexandra Maria Batista Ramos Tenera,  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

## **Júri:**

**Presidente:** Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
NOVA de Lisboa

**Vogais:** Doutor João Eduardo Quintela Alves de Sousa Varajão,  
Professor Associado com Agregação da Escola de Engenharia da  
Universidade do Minho

Engenheiro Ruben Pedro Vieira Lemos,  
Project Delivery da DHL Supply Chain

Doutora Alexandra Maria Baptista Ramos Tenera,  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
NOVA de Lisboa



## **Proposta de um Modelo Metodológico Híbrido CCPM-Agile**

Copyright © José Maria Pinto Bastos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa por cinco anos de formação académica de excelência em Engenharia e Gestão Industrial.

À minha orientadora, Professora Doutora Alexandra Tenera pela motivação, acompanhamento, partilha de conhecimento, apoio e disponibilidade demonstrados ao longo de todo o processo de elaboração desta dissertação.

À DHL Supply Chain por me ter acolhido no estágio curricular, por me ter integrado na equipa de gestão de projetos e por me ter possibilitado o contacto com toda a logística de um grande armazém.

Ao meu supervisor, Ruben Lemos pelo acompanhamento próximo e ensinamentos partilhados ao longo de todo o tempo passado na empresa de acolhimento. Pela sua experiência e aconselhamentos, por nunca me ter tratado como um estagiário, por me ter dado e confiado responsabilidades que me fizeram crescer e aprender em todos os dias do estágio, o meu sincero obrigado.

A toda a equipa que fez parte do projeto de implementação de um novo WMS pelo apoio, pela integração na equipa e pela amizade que ficou. Por mostrarem uma resiliência ímpar nos desafios que foram surgindo dia após dia de toda a implementação fica a minha admiração por este "dream team".

Aos meus pais e à minha irmã por todo o suporte, por me apoiarem sempre e por toda a paciência que tiveram comigo ao longo destes meses.

À Carolina pelo apoio, motivação e por ser a pessoa que sempre acreditou e me deu forças todos os dias para escrever e trabalhar nesta dissertação. Obrigado por tudo.



"No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, à dedicação, não existe meio termo.  
Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz."  
(Ayrton Senna).



## RESUMO

A modernização dos processos associados a avanços tecnológicos bem como a forma como as empresas se organizam e gerem todos os seus processos, no contexto atual de enorme competitividade, inovação, flexibilidade e melhoria contínua, tornam-se aspetos vitais para o sucesso de qualquer organização. A gestão de projetos é uma peça fulcral nesta modernização, proporcionando um contributo para o aumento do desempenho e da produtividade, refletindo-se na competitividade dos produtos e serviços.

A Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) e o *Agile* são duas metodologias de suporte à gestão de projetos, amplamente validadas pela comunidade científica e adotadas nas mais diversas organizações. A CCPM foca-se fundamentalmente na gestão do tempo e dos riscos associados ao desvio dos prazos, enquanto que o *Agile* se foca na implementação dos processos, atividades e na forma ágil de os gerir, alocar e monitorizar.

Na presente dissertação foi elaborada a revisão bibliográfica da CCPM, *Agile* e da metodologia DePICT, sendo, esta última, a adotada atualmente na empresa de acolhimento onde foi desenvolvido o estudo de caso. Pretende-se propor uma melhoria à metodologia estabelecida adotando, na sua fase de implementação um modelo metodológico híbrido CCPM-*Agile* acrescentando valor na calendarização, implementação e monitorização do projeto e respetivas atividades. A metodologia foi, assim, aplicada num caso de estudo do setor logístico.

O resultado do estudo exploratório demonstrou que, com apenas 50% do projeto realizado, este já tinha sido consumido 60% da reserva de segurança do mesmo. A rápida identificação do estado do projeto que, através do controlo integrado proporcionado pela metodologia CCPM e pela plataforma *Agile* JIRA, proporcionou uma previsão mais eficiente do estado futuro do projeto.

**Palavras chave:** Gestão de Projetos, Cadeia Crítica, CCPM, *Agile*, Calendarização, Logística



## ABSTRACT

The modernisation of processes associated with technological advances, as well as the way companies organise and manage all their processes, in the current context of increased competitiveness, innovation, flexibility and continuous improvement, have become vital aspects for the success of any organisation. Project management is a crucial part of this modernisation, contributing to an increase in performance, development and productivity, which is reflected in an enhancement of the competitiveness of products and services.

Critical Chain Project Management (CCPM) and Agile are two project management support methodologies, widely validated by the scientific community and adopted in a wide range of organisations. CCPM focuses primarily on time management and the risks associated with deviation from deadlines, while Agile focuses on the implementation of processes, activities and the agile way to manage, allocate and monitor them.

In this dissertation, a bibliographic review of CCPM, Agile and the DePICT methodology was carried out, which was the methodology currently adopted in the host company where the case study was developed. It is also intended to propose an improvement to the established methodology, adopting, in its implementation phase, a hybrid CCPM-Agile methodological model, adding value to the scheduling, implementation and monitoring of the project and its activities. The methodology was therefore applied to a case study in the logistics sector.

The result of the exploratory study demonstrated that, with only 50% of the project completed, 60% of its buffer had already been consumed. The rapid identification of the project status that, through the integrated control provided by the CCPM methodology and the Agile JIRA platform, led to a more efficient prediction of the project's future status.

**Keywords:** Project Management, Critical Chain, CCPM, Agile, Scheduling, Logistics



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento e Justificação do Tema.....	1
1.2	Questão de Investigação e Objetivos.....	2
1.3	Metodologia de Investigação.....	4
1.4	Estrutura da Dissertação.....	6
<b>2</b>	<b>GESTÃO DE PROJETOS, METODOLOGIAS DEPICT, CCPM E AGILE.....</b>	<b>9</b>
2.1	Gestão de Projetos e Metodologias.....	9
2.2	Metodologia DePICT.....	10
2.2.1	Definição da Metodologia DePICT.....	11
2.2.2	As cinco fases da Metodologia DePICT.....	11
2.3	Metodologia <i>Agile</i> .....	12
2.3.1	Os Princípios e Valores <i>Agile</i> .....	13
2.3.2	Ferramentas <i>Agile</i> .....	15
2.4	Teoria das Restrições (TOC).....	16
2.4.1	Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM).....	19
2.4.2	Fator Humano na Gestão de Projetos.....	20
2.4.3	Metodologia CCPM.....	23
2.5	CCPM-Agile Revisão de Literatura.....	40
2.5.1	Limitações da Metodologia.....	40
2.5.2	Análise Descritiva.....	41

<b>3</b>	<b>PROPOSTA METODOLÓGICA DO ESTUDO</b> .....	<b>43</b>
3.1	Fase 1: Calendarização CCPM-SMC do Projeto .....	45
3.1.1	Construção da Rede do Projeto .....	45
3.1.2	Estimativa da Duração das Atividades .....	45
3.1.3	Resolução dos Conflitos entre Atividades por Recursos.....	46
3.1.4	Identificação da Cadeia Crítica.....	46
3.1.5	Inserção das Reservas Nulas.....	47
3.1.6	Dimensionamento das Reservas .....	48
3.1.7	Inserção das Reservas Dimensionadas e Recalendarização do Projeto .....	49
3.2	Fase 2: Implementação das atividades com base na Metodologia <i>Agile</i> .....	50
3.2.1	Definição das Atividades .....	50
3.2.2	Atribuição das Atividades .....	50
3.2.3	Acompanhamento de cada atividade (Kanban) .....	51
3.3	Fase 3: Monitorização do progresso do Projeto .....	52
3.3.1	Estabelecimento dos Critérios e <i>Dashboards</i> de Análise.....	52
3.3.2	Definição dos Momentos de Reporte do Progresso do Projeto.....	53
3.3.3	Reporte do Progresso do Projeto e Atualização da Calendarização .....	54
3.3.4	Monitorização, Acompanhamento e Visualização do Estado do Projeto .....	54
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA: CASO DE ESTUDO</b> .....	<b>55</b>
4.1	Implementação de um <i>Warehouse Management System</i> .....	55
4.2	Empresa de Acolhimento .....	56
4.3	Trabalho Realizado na Empresa de Acolhimento .....	56
4.3.1	Oportunidade de Melhoria Identificada.....	61
4.4	Aplicação do Modelo Metodológico CCPM-Agile .....	62
4.4.1	Fase 1: Calendarização do Projeto.....	63
4.4.2	Fase 2: Implementação das atividades com base na Metodologia <i>Agile</i> .....	68
4.4.3	Fase 3: Monitorização do Progresso do Projeto .....	71

4.5	Discussão dos Resultados Globais Obtidos .....	75
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....</b>	<b>77</b>
5.1	Principais Conclusões do Estudo.....	77
5.2	Contribuições e Respostas às Questões de Investigação .....	79
5.3	Limitações do Estudo.....	80
5.4	Desenvolvimentos Futuros .....	81
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>
A.1.	Indicadores Controlo de Issues (Oportunidade de melhoria).....	89
A.2.	Simulações de Monte Carlo nos Pontos de Controlo .....	90
A.3.	Estado do Projeto nas duas datas em Análise .....	92
A.4.	Folhas de Excel de Apoio ao Dashboard de Projeto.....	94



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas Fundamentais para o desenvolvimento da Dissertação .....	6
Figura 2 - Modelo de um processo linearmente definido .....	13
Figura 3 - Modelo Iterativo e Empírico .....	13
Figura 4 - Os cinco passos fundamentais da TOC .....	18
Figura 5 - Gráfico de Desempenho do Síndrome de Estudante.....	22
Figura 6 - Fenómenos Aprendizagem-Esquecimento-Aprendizagem.....	23
Figura 7 - Gráfico de Distribuição de Probabilidade e Estimativa de Duração de Atividades ..	25
Figura 8 - Lógica Processual da Programação da CC .....	27
Figura 9 - Tempo Estimado para completar uma atividade.....	29
Figura 10 - Criação de Reservas Temporais .....	30
Figura 11 - Inserção das Reservas de Alimentação (FB) e de Projeto (PB) na Rede.....	30
Figura 12 - Dimensionamento do Buffer pelo método "Cut and Paste" .....	32
Figura 13 - Quebras na CC.....	34
Figura 14 - Fever Chart e significado de cada zona .....	37
Figura 15 - Fluxograma da Metodologia Aplicada .....	41
Figura 16 - Barra de Ferramentas da Aplicação <i>ProChain</i> no <i>Microsoft Project</i> .....	47
Figura 17 - Atualização 0 para Obtenção da Cadeia Crítica e das PB dos Projetos.....	47
Figura 18 - <i>Project Options</i> para a Introdução de PB.....	48
Figura 19 - Barra de Ferramentas do <i>Add-In @Risk 7.0</i> no <i>Excel</i> .....	48
Figura 20 - Exemplo de Output da Simulação de Monte Carlo através do <i>@Risk</i> .....	49
Figura 21 - Criação de Atividade no Software JIRA.....	50
Figura 22 - Kanban software JIRA .....	52
Figura 23 - Time Chart Disponibilizado pelo <i>ProChain</i> .....	53
Figura 24 - Calendarização de testes UAT's .....	57

Figura 25 - Dashboard de Controlo de UAT's .....	58
Figura 26 - Novo <i>Macro-Plan</i> de Projeto .....	59
Figura 27 - Folha Excel de apoio ao Dashboard de Controlo de <i>Issues</i> .....	60
Figura 28 - Dashboard Desenvolvido para Controlo de <i>Issues</i> .....	60
Figura 29 - <i>Dashboard</i> Após Melhoria .....	62
Figura 30 - Calendarização Inicial do Projeto .....	64
Figura 31 - Cadeia Crítica do Projeto.....	65
Figura 32 - Aplicação da Distribuição Triangular .....	66
Figura 33 - Definição dos Pontos de Interesse a Simular .....	66
Figura 34 - Simulação de Monte Carlo para as Atividades do Recurso Pradeep (Ex.) .....	67
Figura 35 - Projecto Recalendarizado após inserção das Reservas.....	68
Figura 36 - Definição das Atividades (JIRA).....	69
Figura 37 - Atribuição de Atividades (JIRA).....	70
Figura 38 - Acompanhamento de Atividades (JIRA) .....	70
Figura 39 - <i>Fever Chart</i> Inicial de Projeto.....	71
Figura 40 - <i>Time Chart</i> inicial de Projeto.....	71
Figura 41 - <i>Fever Chart</i> a 01-04-2022.....	73
Figura 42 - <i>Time Chart</i> a 01-04-2022.....	73
Figura 43 - <i>Dashboard</i> a 01-04-2022.....	73
Figura 44 - <i>Fever Chart</i> a 11-04-2022.....	74
Figura 45 - <i>Time Chart</i> a 11-04-2022.....	74
Figura 46 - <i>Dashboard</i> a 11-04-2022.....	74

#### **Figuras Localizadas em Anexo**

Figura 47 - Indicador: Tempo de Resolução .....	89
Figura 48 - Indicador: Issues Abertos vs Fechados.....	89
Figura 49 - Simulações de Monte Carlos nos Pontos de Controlo .....	91
Figura 50 - Estado do Projeto a 01-04-2022.....	92
Figura 51 - Estado do Projeto a 11-04-2022.....	93
Figura 52 - Folha de Excel de Apoio ao Dashboard Atualizada a 01-04-2022 .....	94
Figura 53 - Folha de Excel de Apoio ao Dashboard Atualizada a 11-04-2022 .....	94

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens Associadas à Adoção de CCPM.....	38
Tabela 2 - Desafios e Limitações Associadas à Adoção de CCPM.....	39
Tabela 3 - Caracterização da Revisão de Literatura Efetuada.....	41
Tabela 4 - Fases, Etapas e <i>Softwares</i> da Proposta Metodológica do Estudo .....	44
Tabela 5 - Dimensão das Reservas .....	67



## NOMENCLATURA

<b>ALAP</b>	<i>As Late as Possible</i> Tão Tarde Quanto Possível
<b>CC</b>	<i>Critical Chain</i> Cadeia Crítica
<b>CCPM</b>	<i>Critical Chain Project Management</i> Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica
<b>CPM</b>	<i>Critical Path Method</i> Método do Caminho Crítico
<b>D95%</b>	Duração Percentil 95%
<b>D'</b>	Estimativa de Duração Determinística
<b>DePICT</b>	<i>Define, Plan, Implement, Control and Transition</i> Definir, Planejar, Implementar, Controlo e Transição
<b>EVM</b>	<i>Earned Value Management</i> Gestão do Valor Realizado
<b>ERP</b>	<i>Enterprise Resource Planning</i> Sistema de Planeamento de Recursos Empresariais
<b>FB</b>	<i>Feeding Buffer</i> Reserva de Alimentação
<b>IT</b>	<i>Information Technology</i> Tecnologia de Informação

<b>PB</b>	<i>Schedule Buffer</i> Reserva da Calendarização
<b>PERT</b>	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> Técnica de Avaliação e Revisão de Programas
<b>SMC</b>	Simulação para a Melhoria da Calendarização
<b>TOC</b>	Theory of Constraints Teoria das Restrições
<b>UAT</b>	User Acceptance Test Teste de Aceitação de Utilizador
<b>WIP</b>	<i>Work in Progress</i> Trabalho em Execução
<b>WMS</b>	<i>Warehouse Management System</i> Sistema de Gestão de Armazenagem

# INTRODUÇÃO

A presente dissertação, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, surge na sequência do trabalho desenvolvido num estágio curricular, com a duração de seis meses, entre fevereiro de 2022 e julho de 2022, na área de gestão de projetos da DHL Supply Chain, uma empresa do grupo DPDHL, dedicada à logística por contrato que combina ainda serviços de gestão e de valor acrescentado com os serviços tradicionais de pedidos e distribuição.

Este primeiro capítulo tem como finalidade introduzir a dissertação. Para o efeito, realiza o enquadramento do trabalho desenvolvido, justificando a sua relevância e contextualizando o tema, descrevendo a motivação que originou o estudo, as principais questões às quais se pretende dar resposta para cumprir com os objetivos delineados. Descreve, ainda, a metodologia de trabalho adotada e a estrutura e organização da dissertação.

## 1.1 Enquadramento e Justificação do Tema

No contexto atual, de enorme competitividade, inovação, flexibilidade e melhoria contínua, quando se reflete sobre o estado geral das organizações e dos seus sistemas produtivos, a modernização dos processos associados a avanços tecnológicos bem como a forma como as empresas se organizam e gerem todos os seus processos tornam-se aspetos vitais para o sucesso de qualquer organização.

Neste contexto, a Gestão de Projetos contribui, definitivamente, para o sucesso das organizações, proporcionando um contributo para o aumento do desempenho, para o desenvolvimento e aumento da produtividade, refletindo-se no aumento da competitividade de produtos e serviços.

A DHL, como maior empresa de logística por contrato do mundo, que beneficia de uma enorme estabilidade financeira, de recursos massivos e de poder de compra, tem como força principal e global, a oferta de soluções de alta qualidade e inovadoras. Procura responder às exigências dos mercados e dos clientes sempre com a máxima qualidade e inovação constante [1].

A abordagem e filosofia de gestão de projetos adotada pela DHL, comprovada em todo o mundo e com o objetivo de implementar sistemas com tranquilidade fazendo face aos riscos antes de estes se transformarem em problemas, designa-se por DePICT, que significa Definição, Planeamento, Implementação, Controlo e Transição [2].

A Gestão de Projetos assume, cada vez mais, uma especial importância nas organizações, estando diretamente relacionada com o desempenho operacional e organizacional, perante os resultados dos seus projetos. Numa área, como a logística, onde se procura otimizar todos os processos de modo a incrementar qualquer margem de lucro, a constante procura pela melhoria e otimização dos layouts de armazém, pelos *Lead Time* dos vários processos, procurando sempre dar uma melhor resposta aos clientes finais, o sistema de gestão de armazenagem assume um papel fulcral em qualquer operação logística de qualquer empresa. Perante isto, uma implementação de sucesso, liderada por projeto bem estruturado, é um desafio que se torna vital em qualquer organização logística.

Perante este desafio, e reconhecendo que dos três objetivos genéricos de planeamento, duração (prazo), custo (orçamento) e especificações (requisitos), o prazo é aquele que tem apresentado maiores índices de incumprimento ao longo dos anos [3], pretende-se desenvolver e aplicar um modelo de integração de Gestão de Projetos em Cadeia Crítica com *Agile* (CCPM-Agile), que com recurso aos pontos fortes da CCPM e do *Agile* dê suporte à melhoria da atual metodologia de Gestão de Projetos DePICT, nomeadamente, nas suas fases de Planeamento, Implementação e Controlo.

## 1.2 Questão de Investigação e Objetivos

A empresa DHL Supply Chain encontrava-se, à data de início do estágio, numa fase decisiva para a implementação de um novo *Warehouse Management System* (WMS) num dos seus clientes, estando a poucos meses da sua data de entrada em produção ("*Go-Live*"). No início do estágio relativo a esta dissertação, pretendeu-se perceber o que poderia ser melhorado de forma a não falhar a data de implementação, a reduzir o número de erros ainda presentes em fase de testes e, acima de tudo, de rever todo o processo e melhorá-lo para o futuro.

O projeto encontrava-se na sua fase de início de implementação, numa altura de realização de UAT's - *user acceptance tests* - onde inúmeros erros, associados ao sistema, estavam a surgir. De forma a realizar o controlo e melhorar o processo de resolução desses mesmos erros de sistema, por parte da equipa de IT, decidiu-se estudar, desenvolver e aplicar um modelo de gestão de projetos híbrido CCPM-Agile. Este mesmo modelo foi desenvolvido com o objetivo de completar a metodologia de gestão de projetos DePICT utilizada na DHL, pelo que poderá ser aplicado em diversos projetos como metodologia base ou como ferramenta de auxílio com vista à melhoria de um processo dentro de uma metodologia já instalada.

Desta forma, a questão de investigação à qual se pretende dar resposta com o desenvolvimento da presente dissertação pode ser definida como:

- Qual o valor acrescentado na utilização e adoção de uma metodologia de gestão de projetos híbrida CCPM-Agile?

Face à questão de investigação, foram estipuladas as seguintes ações e objetivos associados:

1. Proceder à análise da metodologia DePICT dando a conhecer os pontos fortes e fracos da mesma numa implementação de contexto real;
2. Identificar e propor melhorias à metodologia de Gestão de Projetos DePICT;
3. Averiguar as vantagens e as limitações associadas à adoção de CCPM e *Agile*, identificando eventuais incompatibilidades para a integração das metodologias;
4. Acrescentar contribuições teóricas aos estudos da integração das metodologias CCPM e *Agile* para a gestão de projetos;
5. Ensaiar o modelo metodológico híbrido CCPM-Agile, aplicando-o a um projeto real da indústria logística, identificando os benefícios e as limitações resultantes e aumentando as contribuições existentes na vertente prática.

Esta investigação pretende assim contribuir para o conhecimento no âmbito da gestão de projetos, mais especificamente, no que toca à gestão integrada do tempo, risco e recursos de um projeto, tanto a nível académico como organizacional, através da disponibilização de um Caso de Estudo de aplicação da CCPM-Agile. Deste modo, espera-se contribuir com uma análise reflexiva sobre as metodologias DePICT, metodologia base de toda a implementação do WMS, CCPM e *Agile*, em particular, sobre as potencialidades da integração das duas últimas mencionadas. Adicionalmente, deseja-se disponibilizar à empresa de acolhimento uma

sugestão de melhoria da metodologia de Gestão de Projetos DePICT, metodologia esta adotada em todo o mundo.

### 1.3 Metodologia de Investigação

Perante o objetivos do estudo apresentado, o processo de investigação iniciou-se com uma extensa revisão de literatura com base em artigos científicos, procurando priorizar publicações dos últimos dez anos, por forma a abordar os desenvolvimentos mais recentes das temáticas analisadas. No entanto, pelo reconhecimento dos autores na comunidade científica ou pelo número de citações em publicações recentes foram ainda consideradas publicações de anos precedentes tentando, acima de tudo, garantir valor acrescentado na informação compilada e sistematizada no âmbito da Gestão de Projetos. O conteúdo apresentado visa sistematizar as noções de Projeto assim como enriquecer o estudo bibliográfica da metodologia DePICT, CCPM e *Agile*, permitindo, a integração destas últimas, a elaboração de contribuições na vertente teórica da presente dissertação e garantindo o suporte ao Caso de Estudo a desenvolver em seguida.

A elaboração do estado da arte da metodologia DePICT teve como objetivo a exploração e posterior divulgação dos seus aspetos fundamentais, sistematizando as suas características, por forma a divulgar a metodologia, e o modo de aplicação da mesma, daquela que é a metodologia de gestão de projetos utilizada em todos os projetos ao redor do planeta da empresa líder do mercado logístico em todo o mundo, DHL. Esta revisão tornou possível a concretização dos dois primeiros objetivos propostos pois serviu ainda de ponto de partida para a análise crítica e reflexão sobre os pontos fortes e fracos da mesma.

A posterior elaboração do estado da arte das metodologias CCPM e *Agile* teve o propósito de sistematizar as suas características dando ênfase ao seu modo de aplicação e utilidade das respetivas metodologias, dando ainda resposta ao terceiro objetivo proposto. Ao nível da revisão de literatura, a integração das mesmas numa metodologia híbrida, é ainda, atualmente, limitada.

Após a apresentação do estado da arte, procedeu-se à elaboração da proposta metodológica que teve como objetivo base dar resposta ao desafio proposto pela empresa DHL Supply Chain, de identificar oportunidades de melhoria à metodologia DePICT. A estratégia de investigação foi, então, o Caso de Estudo que, através do ensaio e aplicação do modelo híbrido desenvolvido permitiu entender a dinâmica do mesmo e dar resposta ao último objetivo proposto. Esta abordagem foi dedutiva na medida em que se pretendeu verificar a validade do

modelo proposto aplicando os fundamentos teóricos a um caso prático para testar a veracidade desses mesmos fundamentos.

O processo de recolha de informação e todos os dados deu-se com recurso ao estudo do histórico do projeto, até então, concretizado pela empresa de acolhimento, através da análise da fase de planeamento e de todas as ocorrências. Houve também um acompanhamento de todo o projeto em desenvolvimento em tempo real e integração no mesmo para que pudesse estar à vontade com toda a equipa. Esta integração deu-se, em primeiro lugar, através da elaboração de relatórios do estado do projeto e posterior envio para todos os envolvidos e, de seguida, no envolvimento do controlo de *issues*, fazendo a ponte entre utilizados do ambiente de teste e toda a equipa de IT.

Assim, a técnica de recolha de dados foi simultaneamente quantitativa, no caso da agregação e tratamento de informação numérica e gráfica, e qualitativa, nomeadamente, através da realização de reuniões.

O caso de estudo teve como base a informação e os dados anteriormente recolhidos seguindo, na sua elaboração, as várias fases e etapas do modelo metodológico híbrido previamente elaborado.

A discussão dos resultados globais obtidos teve em conta a questão de investigação, para a qual foi obtida resposta, referenciando os fundamentos teóricos e implicações da presente investigação e ainda, o objetivo proposto pela empresa acolhedora de análise e proposta de melhoria à metodologia de referência até aqui aplicada. Por fim, foram elaboradas as conclusões e contribuições da dissertação, identificadas as limitações e efetuadas as propostas de desenvolvimentos futuros.

Na Figura 1 encontram-se retratadas as etapas fundamentais para a elaboração da dissertação, a sua localização por capítulos e *softwares* utilizados.

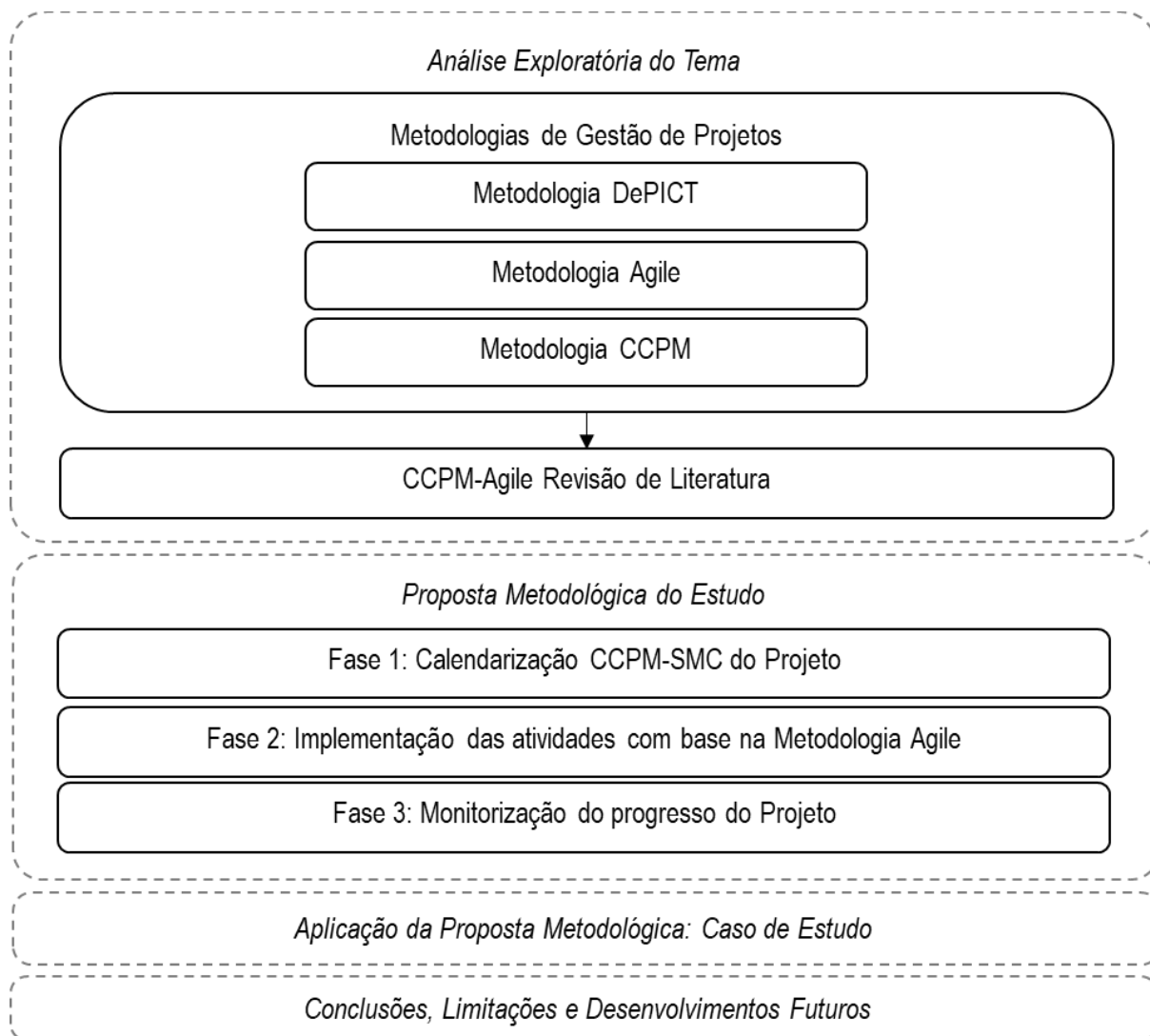


Figura 1 - Etapas Fundamentais para o desenvolvimento da Dissertação

## 1.4 Estrutura da Dissertação

Com o objetivo de conduzir e orientar a leitura da presente dissertação, através do esclarecimento do conteúdo dos capítulos e das interligações entre os mesmos, apresenta-se em seguida a estrutura e organização do presente documento.

Este é composto por cinco capítulos e quatro anexos que dão suporte ao texto principal.

- **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

Presente Capítulo. Compreende o Enquadramento, a Motivação, os Objetivos, a Metodologia de Investigação e a Estrutura e Organização da Dissertação.

- **CAPÍTULO 2: GESTÃO DE PROJETOS, METODOLOGIAS DEPICT, CCPM E AGILE**  
Este capítulo inicia-se com uma breve introdução às metodologias de gestão de projetos. Segue-se o levantamento e síntese do estado da arte das metodologias DePICT, Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) e *Agile*, culminando na sistematização das referências relativas à Gestão de Projetos pela integração CCPM-Agile.
- **CAPÍTULO 3: PROPOSTA METODOLÓGICA DO ESTUDO**  
Com base na reflexão produzida no Capítulo 2, é efetuada a elaboração e descrição detalhadas da Proposta do Modelo Metodológico a aplicar nos Casos de Estudo, incluindo pressupostos, *softwares* a utilizar e características específicas do modelo.
- **CAPÍTULO 4: APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA: CASO DE ESTUDO**  
Este capítulo inicia-se com o estado da arte sobre softwares WMS seguindo-se a apresentação e caracterização da Empresa de Acolhimento. É exposto ainda o trabalho realizado na empresa que levou à identificação da oportunidade de melhoria. Por fim, dá-se a aplicação da Proposta Metodológica, desenvolvida no Capítulo 3, a um caso de estudo que teve por base um projeto real na empresa de acolhimento, no ambiente descrito no início do presente capítulo.
- **Capítulo 5: Conclusões, Limitações e Desenvolvimentos Futuros**  
Com base nos capítulos anteriores, são evidenciadas as principais Conclusões e Contribuições do estudo desenvolvido bem como as suas Limitações que culminarão em propostas de Desenvolvimentos Futuros.



# GESTÃO DE PROJETOS, METODOLOGIAS DEPICT, CCPM E AGILE

Neste capítulo é abordada uma revisão de literatura relacionada com o tema da dissertação, apresentando conceitos fundamentais da Gestão de Projetos, Metodologias de referências, alguns processos e áreas de conhecimentos, bem como abordagens de melhoria contínua na gestão de projetos, numa perspectiva de discussão e análise que suportam o desenvolvimento do caso de estudo.

## 2.1 Gestão de Projetos e Metodologias

A Gestão de Projetos, enquanto disciplina formal de gestão é ainda consideravelmente recente, tendo, nos últimos anos, tido um crescimento acentuado motivado pelas organizações que entenderam a sua importância para a melhoria dos seus resultados assim como pela comunidade científica e associações profissionais da área que desenvolveram novas metodologias, standards e ferramentas que potenciaram a sua aplicabilidade em contexto empresarial.

Após a segunda guerra mundial, novas ferramentas e técnicas foram surgindo, como os diagramas de rede designados gráficos de PERT e o método do caminho crítico, que auxiliaram os gestores em projetos de maior complexidade [4]. A técnica PERT constituiu um dos marcos da origem da Gestão de Projetos como nova disciplina [5].

O início da década de sessenta marca o estabelecimento da gestão de projetos como disciplina formal, motivada pelo enorme sucesso do projeto Polaris, datado de 1958, onde 200 submarinos atômicos foram construídos dentro do custo e prazos planeados. Nessa altura as organizações entenderam as vantagens dos esforços em tornos dos projetos e nos dias de

hoje revela-se como um instrumento indispensável nos desafios crescentes que as organizações enfrentam [6].

Com o passar dos anos, metodologias, técnicas e ferramentas tornaram-se padronizadas nas várias indústrias, com as várias organizações a testemunharem os benefícios de organizar o trabalho em redor dos projetos. A constituição do *Project Management International* em 1969, associação profissional de gestão de projetos, contribuiu de forma muito expressiva para o desenvolvimento da gestão de projetos [7].

Segundo o *Project Management Institute* [8], a gestão de projetos é entendida como a aplicação de conhecimento, capacidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, tendo em vista o cumprimento dos seus requisitos. As atividades da Gestão de Projetos envolvem regra geral: identificação de requisitos, gestão das partes interessadas e equilíbrio de eventuais restrições que possam provocar conflitos no projeto como o tempo, custo, riscos, cronograma, âmbito, entre outros.

Foram desenvolvidas várias metodologias de gestão de projetos, entre as mais conhecidas e usadas internacionalmente a Metodologia *Agile*, *Prince2*, *CCPM* e *EVM*. A metodologia *DePICT* utilizada na DHL em todo o mundo é uma metodologia certificada que teve como base a metodologia *Prince2*. Esta última metodologia, através dos seus princípios, temas e sete processos tende a descrever o que se deve fazer e aplicar num projeto não entrando no detalhe de como o fazer [9].

O sucesso da gestão de um determinado projeto pode ser definido com base em diversos critérios. Segundo Atkinson [10], a satisfação de partes interessadas, o potencial do projeto, os benefícios do projeto e o enquadramento com os objetivos estabelecidos determinam o sucesso de um projeto. Por outro lado, Kerzner [11], aponta como critérios a satisfação dos objetivos do projeto em tempo, custo, âmbito, qualidade e performance.

## 2.2 Metodologia DePICT

A gestão de projetos é um pilar estratégico da DHL que suporta a entrega efetiva de soluções para os seus clientes. A metodologia de gestão de projetos da empresa foca-se nas boas práticas e processos para todas as atividades relativas aos clientes, em todas as partes do negócio.

A capacidade de liderar, gerir e entregar projetos com sucesso, assim como novas soluções operacionais a tempo, dentro do orçamento e cumprindo os requerimentos dos clientes

é o principal foco e ambição para qualquer projeto. Esta liderança e gestão efetivas, em qualquer projeto dentro da empresa, segue a metodologia de gestão de projetos global DePICT.

A metodologia DePICT é assim a base da Gestão de Projetos dentro da DHL em todo o mundo e contém cinco fases distintas. Ao longo da aplicação da metodologia vários processos e ferramentas são usados para assegurar quer visibilidade ao grupo de *stakeholders* do projeto, quer para assegurar que quem irá tomar as decisões obtenha as informações corretas. A metodologia DePICT fornece a toda a equipa, do projeto, as condições, ferramentas e linhas gerais necessárias para assegurar que qualquer projeto se mantém no prazo, dentro do orçamento, consegue rapidamente avaliar os riscos e obstáculos, é aprovado e tem a confiança por parte dos *stakeholders* e se encontra pronto para *Go-Live* (fase definitiva de implementação em ambiente real).

### 2.2.1 Definição da Metodologia DePICT

A metodologia DePICT, propriedade da DHL Supply Chain, é responsável pela implementação de qualquer projeto na empresa. O acrónimo DePICT representa Definição, Planeamento, Implementação, Controlo e Transição.

### 2.2.2 As cinco fases da Metodologia DePICT

A metodologia DePICT é aplicada a todos os projetos da DHL Supply Chain. Cada fase da metodologia contribui para o sucesso da entrega de qualquer projeto a tempo e dentro do orçamento. A metodologia é, ainda, a base, e serve de princípio, para a gestão dos riscos, sendo estes princípios de gestão comuns a nível global dentro da empresa.

As cinco fases da metodologia DePICT contribuem assim para o sucesso de um projeto da seguinte forma [12]:

- Definição:

A definição de um projeto é o processo de formalização e de começo do mesmo. É nesta fase que é documentado todo o âmbito do projeto e todos os seus requerimentos. É elaborado o *Project Charter* como principal documento.

- Planeamento:

Na fase de planeamento do projeto, como o próprio nome indica, é determinado como todo o projeto será elaborado e entregue de acordo com os requerimentos anteriormente especificados. É elaborado pela equipa de gestão de projetos um *Project Plan*.

- Implementação:

Na fase de implementação o plano anteriormente elaborado é agora executado. Em termos de tempo, e proporcionalmente, é a fase mais longa do projeto (não entrando em conta com a fase de controlo). São executados os testes, *cutover* e treino referentes aos documentos elaborados.

- Controlo:

A fase de controlo corresponde a um processo iterativo onde o gestor de projeto confere os vários aspetos de monitorização, avaliação e ações das diferentes atividades de forma a manter o projeto de acordo com o estipulado. Esta fase é transversal a todo o projeto pelo que se sobrepõe às outras quatro fases, ou seja, ao longo de todo o projeto tem de haver um controlo constante sobre o mesmo. Nesta fase são mantidos os documentos de registo de alterações ao projeto, de controlo de riscos e problemas (*risks and issues log*) e ainda o documento de *Project Assurance*.

- Transição:

Esta última fase corresponde à mais tradicional fase de fecho do projeto, com ligeiras alterações. Os projetos, na DHL, têm que transitar para uma fase estável onde o cliente, o site ou a operação pode continuar a operar a partir do fecho do projeto. Este fecho corresponde a uma meta, normalmente de produtividade e, a partir desse ponto, o projeto transita para a equipa de operações que continuará a desenvolver o seu trabalho diário já com esta nova implementação. Por isso mesmo, esta última fase tem o nome de transição e tem como principais documentos associados as Lições Aprendidas e o denominado *Ops Knowledge Transfer*, onde o projeto, para a equipa de gestão de projetos, é encerrado e entregue às operações.

## 2.3 Metodologia *Agile*

Alistair Cockburn (autor da metodologia *Crystal*) afirmou que "A metodologia *Agile* implica ser efetivo e flexível. Um processo ágil é leve e suficiente" [13].

Por outro lado, Barry Boehm (autor dos modelos *Spiral*) [14] afirmou que os métodos *Agile* são processos bastante simples que implicam ciclos iterativos de curta duração. Estes, ativamente envolvem os usuários de forma a estabelecer, priorizar e verificar requerimentos. Baseiam-se ainda em conhecimento tácito da equipa ao invés de pura documentação.

Apesar de haver inúmeras maneiras de gerir um projeto, de acordo com o *Project Management Institute*, as metodologias de gestão de projetos mais comuns dividem-se entre dois

tipos de modelos. Por um lado, os modelos totalmente definidos e de processos lineares (Figura 2) e, por outro, os modelos com processos mais empíricos e iterativos (Figura 3).

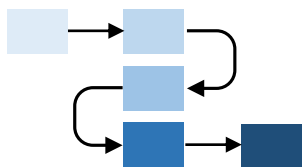


Figura 2 - Modelo de um processo linearmente definido

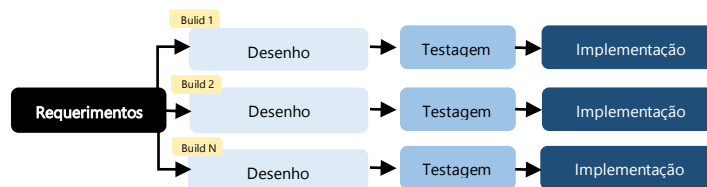


Figura 3 - Modelo Iterativo e Empírico

Num modelo de processo linear e definido, existe uma abordagem muito linear para o planeamento de todo o projeto. Todo o trabalho é realizado seguindo esse plano através das distintas fases do projeto até ao seu fecho. Apenas quando uma fase é concluída se move para a fase seguinte, sendo que é necessário completar cada fase para se avançar para a seguinte.

Num modelo de processo empírico e iterativo, por outro lado, é usada informação empírica à medida que o projeto se vai desenrolando. Desta forma, trabalha-se em iterações, construindo em cima do trabalho realizado e introduzindo ou alterando elementos ao longo do percurso. Por vezes o trabalho é realizado em ciclos até se chegar ao resultado final.

A gestão de projetos *Agile* é considerada um modelo incremental de gestão de projetos. Assim, ao invés do trabalho ser realizado e completado de uma forma linear como uma *delivery phase* final, o trabalho é dividido em vários incrementos. Cada incremento do projeto passa por requerimentos, design, desenvolvimentos e por fim testagem e entrega (*delivery*), sempre antes de se mover para a fase seguinte. Desta forma, o projeto é realizado entregue fase a fase.

Por outro lado, a gestão de projetos *Agile* é ainda considerada um modelo iterativo. Não só se vão criando as peças para o produto final através dos vários incrementos como, também, vai havendo um processo de iterações.

Em resumo, a gestão de projetos *Agile* é incremental e iterativa. Pode-se ainda considerar como características do *Agile* o foco nos requerimentos de alto valor, o facto dos problemas/erros serem detetados numa fase precoce do ciclo de vida do projeto, o feedback dos *Stakeholders* ser transmitido mais vezes e mais cedo e ainda, o facto de quaisquer alterações serem mais fáceis de implementar [9].

### 2.3.1 Os Princípios e Valores *Agile*

Em Fevereiro de 2001, um grupo de 17 pessoas, que trabalhavam de forma independente com diversos *softwares*, juntou-se e criou o chamado "Manifesto *Agile*".

O manifesto *Agile* foi criado pela necessidade de uma metodologia que permitisse o desenvolvimento de softwares que fosse guiada pelas características do produto final ao contrário de ser guiada pela metodologia tradicional de gestão que se focava mais na gestão de projetos em si e menos no produto em desenvolvimento [15].

O manifesto Agile é composto por 4 valores e 12 princípios [15]:

Valores:

- i. indivíduos e relações acima de processos e ferramentas;
- ii. software a funcionar acima de documentação completa;
- iii. colaborar com clientes acima de negociar contratos;
- iv. capacidade de resposta a alterações acima de seguir o plano.

Princípios:

1. A maior prioridade é satisfazer o cliente através da entrega rápida e contínua de software funcional;
2. Mudanças ao âmbito do projeto, até mesmo perto do final do mesmo, são bem-vindas;
3. *Software* funcional entregue com frequência;
4. Cooperação constante entre as pessoas que percebam o fator de negócio e toda a equipa de desenvolvimento;
5. Os projetos devem ser criados em torno de indivíduos motivados. Providenciar-lhes o ambiente e suporte necessários e confiar que todos vão conseguir realizar o trabalho proposto;
6. O método mais eficiente e efetivo de comunicar com a equipa e dentro da equipa é cara-a-cara;
7. Ter um *software* funcional é a primeira medida de progresso do projeto;
8. Os processos Agile promovem o desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, programadores e usuários deverão de ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente;
9. A atenção contínua à excelência técnica e ao bom desenho aumenta a agilidade;
10. Simplicidade - a arte de maximizar a quantidade de trabalho não feito é essencial;
11. Os melhores arquitetos, requerimentos e projetos nascem de equipas que se organizam por si;
12. Regularmente, a equipa deverá de refletir em como se tornar mais eficaz, ajustando para isso o seu comportamento.

Embora o manifesto *Agile* valorize os indivíduos e as suas interações acima dos processos e suas ferramentas, assim como o software de trabalho em relação a uma documentação compreensiva, o modelo de Gestão de Projetos *Agile* é um modelo reconhecido e de sucesso [9].

Jim Highsmith [16], um dos autores do Manifesto, desenvolveu o Modelo de Gestão de Projetos *Agile*. O modelo consiste em cinco fases, não lineares mas sim cíclicas por natureza. *Agile* é assim um ciclo com diferentes iterações e "loops" onde se realizam várias e diferentes atividades em cada ciclo, ao contrário de um modelo linear, com um caminho específico e com passos definidos.

O modelo *Agile* é definido por cinco fases: *envision, speculate, explore, adapt, close*.

### 2.3.2 Ferramentas *Agile*

Fruto dos valores e pressupostos da metodologia *Agile*, surgiram novas ferramentas (*frameworks*), mais específicas e que assentam nos princípios *Agile* e que podem ser implementadas em projetos, equipas ou empresas que visão a adoção da metodologia *Agile*. Entre as mais comuns encontram-se as ferramentas *Scrum*, *Kanban*, *Extreme Programming (XP)*, *Future-Driven Development (FDD)*, *Rational Unified Process (RUP)*, *Dynamic Systems Development Method (DSDM)*, *Model-Driven Development (MDD ou AMDD)*, *Disciplined Agile Delivery (DAD)*, *Test-Driven Development (TDD)*, *Behavior-Driven Development (BDD)*, *Lean Principles and Tools* e *Crystal*, entre outras.

Na presente dissertação e de modo a estar focada nas características da metodologia implementada, ter-se-á em análise as ferramentas *Kanban* e *Lean* (nomeadamente os sistemas *Pull*).

#### 2.3.2.1 Princípios *Lean*

Os princípios *Lean* é uma abordagem ou ferramenta do *Agile*. Estes derivaram da filosofia de manufatura *lean* [16]. As suas práticas ou técnicas não apresentam grandes diferenças em relação a outros métodos ou filosofias mas, a sua principal característica prende-se com a sua filosofia que emergiu da *Toyota Production System*.

O *Lean Manufacturing*, designação dada ao *Toyota Production System* por investigadores do MIT no livro "The Machine that Changed the World" [17], tem como base a eliminação de todos os desperdícios, isto é, todas as atividades e funções desnecessárias aos processos de fabrico. A eliminação dos desperdícios permite consequentemente, alcançar um fluxo contínuo e atingir uma produção *one-by-one piece flow* [18], [19].

O Sistema Pull representa um dos principais conceitos do *Lean Production* e consiste na produção de bens ou serviços unicamente de acordo com as necessidades do cliente [20]. Um sistema Pull é um sistema que limita a quantidade de trabalho em progresso (WIP, *work in progress*) e previne, dessa forma a acumulação de produtos em fase de produção. Por outro lado, um sistema *Push*, onde não há um limite explícito de tempo de trabalho em progresso, pode fazer com que o material se acumule em excesso na fase de produção. Considerando um sistemas onde as ordens chegam em "ondas", um sistema *Push* deixa todas as ondas atingirem o sistema produtivo enquanto que num sistema *Pull* há um limite em relação ao número de ordens ativas, podendo ainda dar prioridade às ordens mais urgentes [19].

Para controlar as operações de fabrico e consequentemente coordenar e manter a disciplina num Sistema Pull é, normalmente, necessário aplicar um Sistema Kanban [20].

### 2.3.2.2 Kanban

O sistema Kanban é um sistema de controlo visual onde, o trabalho a realizar, é automaticamente transformado em cartões (reais ou virtuais). Estes cartões devem ser ordenados por prioridades e colocados num quadro de planeamento de produção [21]. Estes irão informar os operadores sobre o que produzir, quanto e quando. O quadro de planeamento permite visualizar os cartões em espera, revelar as urgências/prioridades e conhecer a qualquer momento o trabalho em curso (WIP) [22]. Este quadro encontra-se normalmente dividido em colunas onde cada uma representa uma fase de desenvolvimento da atividade: *To Do, Ongoing, Testing, Review* [23]. Desta forma torna-se nítido para todos o trabalho a realizar e o progresso de qualquer atividade em curso.

## 2.4 Teoria das Restrições (TOC)

A Teoria das Restrições (TOC) surgiu como uma ferramenta dedicada ao controlo de produção e planeamento como suporte à tomada de decisão por parte das organizações [24]. A Teoria das Restrições sugere que qualquer sistema tem um constrangimento (*bottleneck*) que irá limitar o seu output, representando assim um obstáculo à eficiência do processo [25].

Assim, a restrição corresponde ao elemento do sistema que limita o seu desempenho e que, no caso de ser maximizado (isto é, explorado ou subordinado de forma mais eficaz); irá contribuir para uma melhor concretização do objetivo. Deste modo, TOC identifica, explora e resolve as restrições, com o propósito de aumentar a produtividade do sistema [26], [25].

A Teoria das Restrições baseia-se assim nos seguintes passos (Figura 4):

- Identificar os estrangulamentos/restrições do sistema;
- Decidir como explorar a restrição do sistema;
- Subordinar os restantes elementos à decisão anterior;
- Elevar a restrição do sistema;
- Caso a restrição tenha sido ultrapassada, nesta etapa deve se procurar pelo novo componente a restringir a capacidade do sistema.

Ao nível de produção, a restrição de um sistema é denominada de *bottleneck*. O primeiro passo é sempre identificar esse mesmo *bottleneck* que, por exemplo, no caso de ser uma máquina, a sua utilização terá de ser maximizada ao máximo. Isto poderá acontecer, no segundo passo da Teoria, através da sua exploração num horário mais alargado ou reduzindo o número de trocas de material da máquina, aumentando assim o seu tempo de utilização. O terceiro passo prevê a revisão do funcionamento dos restantes sistemas de acordo com *bottleneck*, ou seja, neste exemplo, as restantes máquinas de uma linha de produção não têm de estar com um ritmo de produção mais alto que a máquina onde se encontra a restrição. De forma a melhorar o *output* do sistema, poderá ser necessário elevar a restrição o que significa, neste caso, por exemplo, a máquina ter de funcionar num turno extra. A diferença entre o segundo e o quarto passo prende-se com o nível de investimento, quer em termos de esforço, tempo ou dinheiro. Enquanto que o segundo passo prevê uma solução rápida, o quarto passo prevê um plano efetivo de atuação a longo termo de forma a que a mesma máquina deixe de ser a restrição do sistema. Após a sua implementação, é necessário identificar o novo *bottleneck* do sistema num processo de melhoria contínua [27]. Estas etapas deverão de ser repetidas sem que a inércia (aversão à mudança) se torne na restrição do sistema [28].

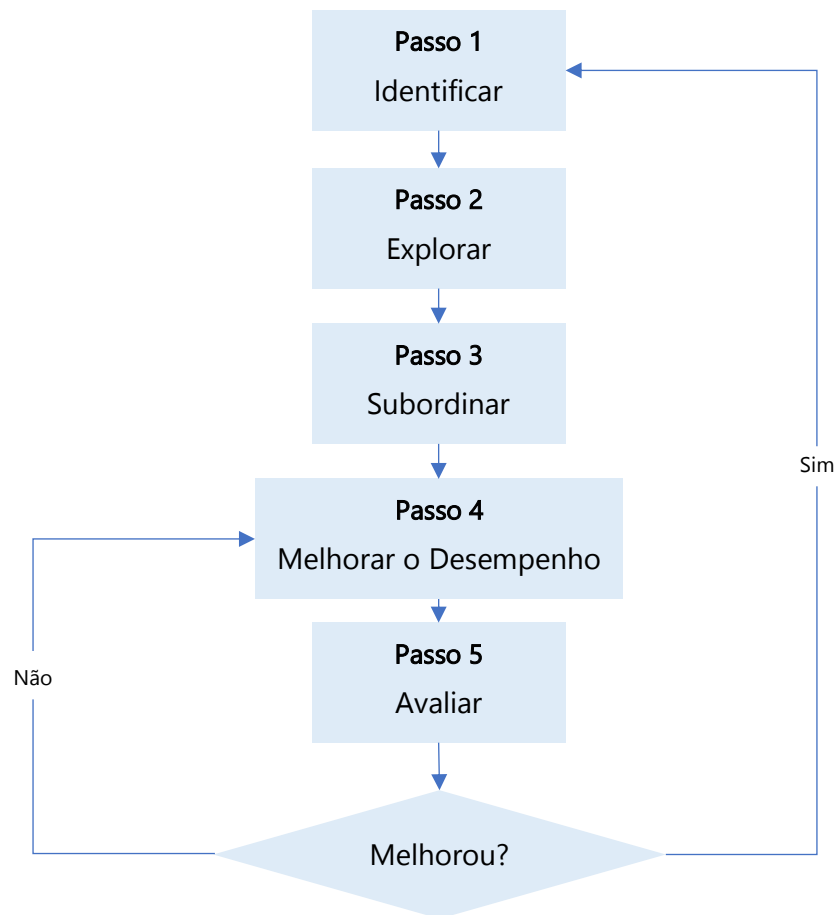


Figura 4 - Os cinco passos fundamentais da TOC (adaptado de [3])

As soluções de TOC são desenvolvidas para concentrar a atenção na principal restrição do sistema, explorando-a como um ponto de alavancagem, ou seja, abordando a restrição como uma oportunidade de melhoria [26], [29], [30]. Essa mesma oportunidade de melhoria fez com que a TOC não se restringisse apenas a encontrar os *bottlenecks* dos sistemas produtivos, de planejamentos de produção, a uma ferramenta de controlo ou calendarização, tendo evoluído para uma filosofia global de gestão focada na performance que oferece vantagens competitivas decisivas às organizações [24].

Baseado na Teoria das Restrições (TOC), a Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) foca-se na gestão da duração das atividades, no seu planeamento e calendarização, considerando a alocação de recursos [24]. Goldratt descreve ainda que, para os projetos, as dependências técnicas e as limitações de recursos seriam os seus *bottlenecks* [25]. Deste modo, num único projeto, a sua restrição será a maior cadeia de atividades, tendo sempre em conta as atividades precedentes e as dependências dos recursos. Para um ambiente multi-projeto, os

recursos, por serem limitados, serão a maior restrição impedindo a concretização dos projetos antecipadamente [31].

### 2.4.1 Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM)

Os elevados níveis de competitividade e de incerteza que caracterizam o ambiente de projetos atualmente têm vindo a desafiar as práticas tradicionais de gestão de projetos, como o Método do Caminho Crítico (CPM) e a Técnica de Avaliação e Revisão de Programas (PERT) [26], [32], [33]. Os projetos encontram-se sujeitos a uma enorme variedade de restrições tais como a complexidade das sua rede, a incerteza, os níveis de risco e a escassez de recursos que levam a que, muitas vezes se seja necessário reduzir os tempos de algumas atividades, investir em recursos ou adotar novas tecnologias por forma a alcançar os objetivos previstos dentro do tempo e do orçamento [34], [35].

A utilização dos modelos tradicionais de gestão de projetos, que preveem apenas atividades com durações deterministas, falham a conseguir ultrapassar os desafios presente na grande variedade de restrições a que os projetos se encontram sujeitos [36]. Assim, e para enfrentar este problema, Goldratt [37] desenvolveu uma nova teoria, a Teoria das Restrições (TOC). Mais tarde, Goldratt [38], propôs a direta aplicação dessa mesma teoria na gestão de projetos dando origem ao modelo conhecido como Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) [36], [3].

Apresentada como alternativa às práticas tradicionais por Goldratt, a metodologia foi designada por Leach [39] como Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (Critical Chain Project Management). Outros autores como Patrick [40], Herroelen e Leus [41] e Herroelen, Leus e Demeulemeester [42] propuseram a designação de *Critical Chain Scheduling and Buffer Management* (CC/BM) que, no entanto, não foi adotada por ser demasiado redutora [3].

CCPM é, na sua base, uma metodologia de gestão de tempo que incorpora a CC/BM como método de planeamento, programação e controlo do projeto. Para além desta técnica, integra, ainda ao nível operacional, princípios de atuação específicos como o *Relay Runner Behavior* ou *Mentality*: recursos dedicados; execução tão rápida quanto possível; reportar periodicamente a duração prevista para a conclusão e entrega do trabalho assim que concluído. Estes princípios refletem-se na gestão da integração de e dos custos da qualidade, dos recursos humanos, da comunicação, do risco e de contratos e aquisições [43], [44], [3].

O processo de planeamento e programação de projetos, segundo a CCPM, e que será abordado nas secções seguintes, consiste na:

- Estimativa das durações das atividades;
- Construção da rede;
- Identificação da CC;
- Caracterização das reservas;
- Inserção das reservas;
- Calendarização do projeto.

A Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) apresenta uma abordagem sistemática e eficaz no que toca à calendarização e controlo de um projeto sob condições de enorme complexidade e incerteza. Este resulta da aplicação da Teoria das Restrições (TOC) à gestão de projetos, distinguindo-se das técnicas tradicionais em três aspetos principais [32], [45], [46] e [26]:

- Elimina os tempos de segurança (excessivos), atribuídos a cada atividade no momento da estimação da duração, para não serem usados de forma incorreta minimizando dessa forma a influência do comportamento humano sobre o projeto;
- Atenta na disponibilidade dos recursos e mobiliza-os em caso de ocorrência de conflito entre atividades de forma a evitar a realização simultânea de várias atividades;
- Reduz o risco de ultrapassagem da data estimada para a concretização do projeto através da inserção e gestão estratégica de reservas de contingência que permitem a agregação e gestão do risco inerente ao projeto.

## 2.4.2 Fator Humano na Gestão de Projetos

Apesar de muitos sistemas de produção, atualmente, serem totalmente automatizados, no futuro, os seres humanos continuarão a ser os principais intervenientes dos projetos [28]. Independentemente da habilidade e capacidade do sistema, considera-se que continuará a ser necessária a sua integração com o sistema humano [26], [25]. Por este facto, a CCPM reconhece a importância dos fatores humanos na gestão de projeto e, segundo o próprio método, o comportamento dos intervenientes nos projetos é mesmo um dos principais motivos pelos quais estes falham [26], [47].

Segundo Goldratt (1997), devido ao facto das atividades serem programadas de forma determinística, tendem-se a verificar vários fenómenos, nomeadamente, a Lei de Parkinson, a Síndrome de Estudante e o desenvolvimento simultâneo de várias atividades. De forma a combater estes efeitos, a CCPM propõe que as durações programadas para cada atividade sejam

mais reduzidas do que as geralmente utilizadas, i.e., reduzindo o nível de confiança associado às durações programadas [3].

#### **2.4.2.1 Lei de Parkinson**

Afirmado por Parkinson (1955), "o trabalho prolonga-se de forma a preencher o tempo disponível para ser completo", esta lei prevê na gestão de projetos que o tempo que leva a completar uma tarefa não será menos do que o tempo disponível para esta [48]. Assim, a Lei de Parkinson declara que as atividades tendem a ocupar todo o tempo e orçamento que lhe são atribuídos, independentemente da dimensão destas variáveis e da ocorrência de situações inesperadas [26]. As pessoas e as organizações tendem a ajustar o seu nível de esforço, de forma a cumprir a duração programada [3].

A Lei de Parkinson, motivada pela procrastinação, resulta na distorção do esforço do trabalhador ao longo do tempo e na perda do eventual benefício da concretização atempada do trabalho relativamente ao esperado, sem a existência de compensação por atrasos na concretização de outras atividades [49].

Na prática da gestão de projetos, é fácil encontrar mecanismos que podem incentivar o efeito negativo da Lei de Parkinson, como são exemplo:

- Ao terminar uma tarefa mais cedo que o previsto, corre-se o risco de, na vez seguinte, ser exigido o mesmo nível de desempenho, sem poderem ser garantidas condições para tal;
- O terminar uma atividade mais cedo que o previsto, é possível que seja imediatamente atribuída uma nova atividade. Deste modo, exigiria um aumento no nível de desempenho, quando as condições físicas ou psicológicas para a execução da nova atividade podem já não ser as mesmas, principalmente se tal for feito de forma sistemática;
- Políticas contratuais, como por exemplo, o pagamento por tempo de ocupação.

O objetivo será, para qualquer atividade ou projeto, identificar realisticamente em que termos os objetivos podem ser alcançados, sem demasiadas reservas e atribuindo a cada um dos envolvidos a responsabilidade para a execução do plano delineado [47].

#### **2.4.2.2 Síndrome de Estudante**

Um outro fenómeno referido por Goldratt [37] e por demais conhecido e reconhecido no meio académico, mas que dele não é exclusivo, é o designado Síndrome do Estudante. Segundo este fenómeno, sempre que haja um prazo máximo definido, os esforços para

desenvolvimento de uma atividade tendem a concentrar-se num período de tempo próximo da data limite para a conclusão dessa atividade [3] (Figura 5). Assim, um trabalho só se envolve na execução da atividade pouco tempo antes do prazo de entrega, o que ocorre quando este sente que tem tempo suficiente para realizar o trabalho e, como tal, não o inicia assim que é possível, podendo resultar em atrasos no projeto no caso de o tempo inicialmente consumido vir a ser necessário para lidar com o aparecimento inesperado de obstáculos à concretização [47], [50], [51].

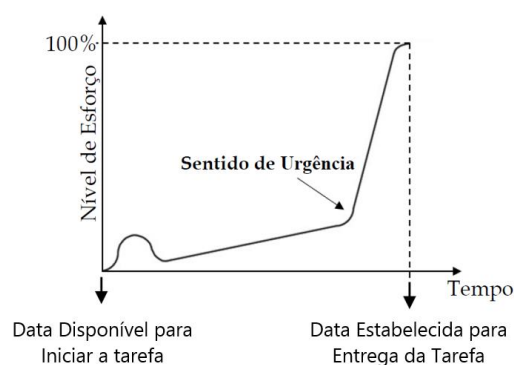


Figura 5 - Gráfico de Desempenho do Síndrome de Estudante (adaptado de [51])

A Lei de Parkinson e a Síndrome de Estudante, se não forem devidamente reconhecidas e controladas podem levar, numa análise posterior das durações ocorridas, ao sobredimensionamento das estimativas futuras das durações, contribuindo-se, assim, e de forma continuada, para aumentar os efeitos indesejáveis referidos. Para os evitar, a CCPM propõe que conceitos como data de conclusão ou datas de início e de fim previstas para as atividades não sejam utilizados. Estes devem ser substituídos por durações previstas realizáveis, com níveis de confiança de cerca de 50 por cento e incluir reservas temporais agregadas para gestão de variabilidade a ocorrer. Como consequência, a informação a transmitir aos recursos, resultante da calendarização do projeto, é apresentada através de gráficos ou tabelas. Estas indicam as dependências lógicas consideradas, os recursos a utilizar, assim como eventuais restrições relevantes da disponibilidade dos mesmos. Não são utilizados diagramas de Gantt, pois estes associam janelas de tempo específicas para cada atividade [3].

### 2.4.2.3 Multi-Tasking

Outro aspeto relacionado não só com o comportamento individual, mas também com o comportamento induzido pelo funcionamento das organizações, e referido por Goldratt [38] como um dos efeitos a eliminar, é a realização simultânea de várias atividades - *multi-tasking*.

Este fenómeno não é mais do que a execução simultânea de diferentes atividades pelo mesmo recurso, o que envolve paragens na execução de uma atividade antes da sua conclusão por forma a desempenhar outras atividades consideradas mais urgentes ou importantes [47].

Com cada interrupção, ou seja, cada vez que se altera a atividade em prática, ocorre uma perda imediata de eficiência, visto que, posteriormente, será imperativo relembrar informação e o trabalho já feito para prosseguir com a sua execução. A paragem e atraso da execução de uma atividade tem ainda como consequência o atraso da atividade seguinte, o que provoca o aumento da duração total do projeto [47], [26].

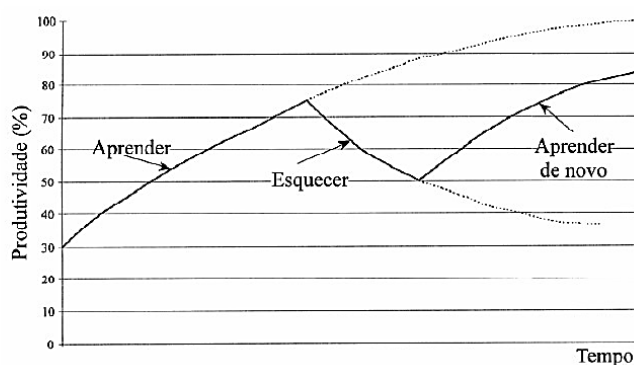


Figura 6 - Fenómenos Aprendizagem-Esquecimento-Aprendizagem (Adaptado de [3])

### 2.4.3 Metodologia CCPM

A metodologia apresentada por Goldratt em 1997 tem como principal objetivo auxiliar na calendarização de um projeto, usando *buffers* na gestão do tempo de forma a evitar atrasos num projeto. É uma ferramenta heurística, um guia, para os gestores de projetos planearem, calendarizarem e controlarem os projetos, dando a responsabilidade a estes para completarem os detalhes na sua implementação [52].

O ponto de partida para a metodologia CCPM é a listagem das tarefas, juntamente com a estimagem das suas durações e a análise de precedências. O primeiro passo envolve a calendarização das tarefas tendo em conta as suas interdependências e o limite de recursos. A cadeia crítica da CCPM é identificada como a cadeia de atividades com maior duração do projeto, após o nivelamento dos recursos que, quando alocados, criam conflitos entre as atividades [50].

Para prevenir o risco de derrapagem dos prazos do projeto, são ainda introduzidas reservas de tempo na rede de projeto que, através da sua gestão, facilitam os processos de tomada de decisão [50].

### 2.4.3.1 Estimativa das Durações das Atividades

Os gestores de projetos, por norma, ao seguir metodologias de gestão mais tradicionais, tendem a incluir tempos de contingência em cada atividade, resultando em estimativas inflacionadas para as durações das atividades [50]. Este fenómeno deriva da incerteza, no que diz respeito às durações das atividades, sendo que, de forma a evitar atrasos no projeto, as atividades são normalmente estimadas com uma margem de segurança [53], [50], [26]. No entanto, devido ao comportamento e influência daqueles que efetivamente executam o projeto, verifica-se que os tempos de segurança são consumidos, ou seja, desperdiçados, o que, contrariamente ao esperado (proteção contra a incerteza), origina atrasos no cumprimento dos prazos [26]. De forma a combater este incumprimento dos prazos, a CCPM estima as durações das atividades de forma mais realista, evitando as estimativas conservadoras ou pessimistas, motivando a redução da duração total do projeto e a melhoria do desempenho dos trabalhadores [38], [46], [51], [54], [55].

A duração das atividades é o foco principal, na CCPM, para o planeamento e calendarização do projeto [46]. A metodologia CCPM calendariza as atividades com uma estimativa de duração baseada num nível de confiança de 50% [56], [42]. Com este nível de confiança existe igual probabilidade das atividades acabarem dentro do prazo como fora dele, ou seja, de serem concretizadas ou não a tempo [28].

As durações estimadas com nível de confiança elevado (90% de probabilidade), equivalentes aos piores cenários e responsáveis por tempos excessivos de atividades nas metodologias tradicionais de gestão de projetos, deverão de servir para ajustar a contribuição de cada atividade para a dimensão das reservas de tempo (como referido na secção 2.3.3.4.).

A função de probabilidade referente à duração de uma atividade, segundo a CCPM, é tipicamente descrita como na Figura 7. As funções de probabilidade das durações dificilmente são simétricas e, portanto, não podem ser Normais. Goldratt [38] propõe a utilização da mediana na estimativa das durações programadas das atividades, em substituição das durações médias. Curva Distribuição de Probabilidade para a Data de Concretização da Tarefa

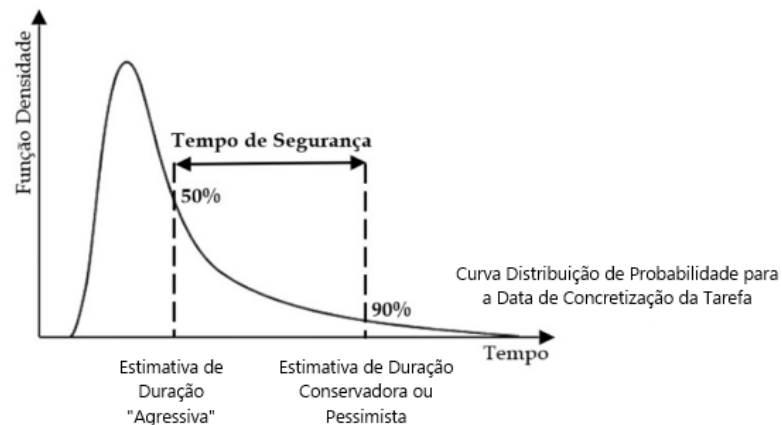


Figura 7 - Gráfico de Distribuição de Probabilidade e Estimativa de Duração de Atividades (Adaptado de [26])

Devido a uma grande variedade de fatores, em qualquer projeto, estimar de forma precisa a duração do projeto ou de uma atividade é sempre um exercício complexo, tornando assim as durações das atividades estocásticas [26]. Através da experiência e aprendizagem adquiridas entre projetos, o processo de estimação das durações das atividades poderá ser melhorado, aumentando a precisão das estimativas [49].

#### 2.4.3.2 Construção da Rede e Identificação da Cadeia Crítica

A cadeia crítica é uma sequência de atividades que determina a duração do projeto, tendo em consideração as precedências de cada atividade assim como as restrições ao nível de recursos [52]. A Teoria das Restrições defende que deve ser concedida mais atenção às atividades críticas do que às atividades não-críticas por estas serem cruciais para o sistema como um todo, apesar de se dever supervisionar todo o sistema. Segundo esta ideologia, a CCPM consiste no planeamento, calendarização e manutenção da cadeia crítica, por forma a maximizar o tempo de trabalho na restrição [26], [27].

O processo de construção da rede, onde estão inseridas as atividades do projeto, está dividido em duas fases, uma primeira de criação e, a segunda, de verificação. Segundo [57], o processo decorre de forma inversa à prática tradicional, sendo que a primeira fase segue uma lógica inversa de construção de rede, ou seja, tem como ponto de partida a atividade final seguindo depois para as atividades antecessoras. As razões fundamentais para a inversão das práticas tradicionais de construção de rede, segundo a [57] são as seguintes:

- Tornar-se mais fácil desafiar práticas estabelecidas e evitar interligações sem fundamentação objetiva, promovendo apenas a representação das relações estritamente necessárias, já que a lógica inversa é contraintuitiva;

- Relacionar todas as atividades com a conclusão do projeto, contribuindo para alcançar os objetivos do mesmo, embora o projeto possa ter várias atividades iniciais.

Na segunda fase, é então utilizada a lógica direta, tendo em vista a verificação e eventual reformulação da rede.

A rede deverá ser sempre criada de forma a atingir os objetivos bem definidos pela empresa ou cliente da proposta. É necessário ter em conta o produto a ser entregue, o que gera lucro no projeto mas, acima de tudo, deixar claro os objetivos principais para que nunca se gerem confusões de prioridades ou conflitos entre as atividades. Muitos projetos têm um pequeno grupo de objetivos que realmente importam e definem o projeto [49].

Na primeira fase da construção da rede, para cada atividade, a equipa de projeto procura determinar o objetivo a atingir, os pré-requisitos e os pressupostos considerados que, posteriormente, podem ser alterados na segunda fase. Os pressupostos incluem a definição dos recursos essenciais para a execução da atividade. Esta lógica é utilizada sequencialmente, considerando uma atividade antecessora de cada vez. O processo termina quando não for possível detetar para as atividades da rede mais nenhuma atividade antecessora atingindo-se o(s) início(s) da rede de atividades [3].

Na segunda fase, a rede obtida é analisada e reavaliada do início para o fim, verificando-se as relações estabelecidas das atividades precedentes para as sucessoras. Procura-se, nesta fase, validar todas as interligações relevantes identificadas e, eventualmente, incorporar interligações entre ramos da rede que possam não ter sido ainda detetadas na primeira fase [57]. Em qualquer caso, a rede deve ter uma e só uma atividade final.

Tal como normalmente acontece, é sobre as atividades críticas que a gestão de projeto deve concentrar os seus esforços de modo a controlar, ou mesmo reduzir, a duração total do projeto. À semelhança da programação de projetos com limitações de recursos, Goldratt [38], salienta que a utilização de recursos tem de ser expressamente tomada em consideração, podendo estes ser utilizados, quer por atividades críticas, que por não críticas e, muito possivelmente, em mais do que um projeto. As atividades são programadas numa lógica ALAP, ou seja, se existirem conflitos de recursos, escolhe-se o mais próximo do fim do projeto, resolvendo o conflito por antecipação do início da atividade mais afastada do fim do projeto. Caso esta antecipação não seja possível, adia-se as atividades seguintes. Resolvidos todos os conflitos, identifica-se a sequência de atividades mais longa, sendo esta a CC, constituída por atividades críticas Figura 8 [3].

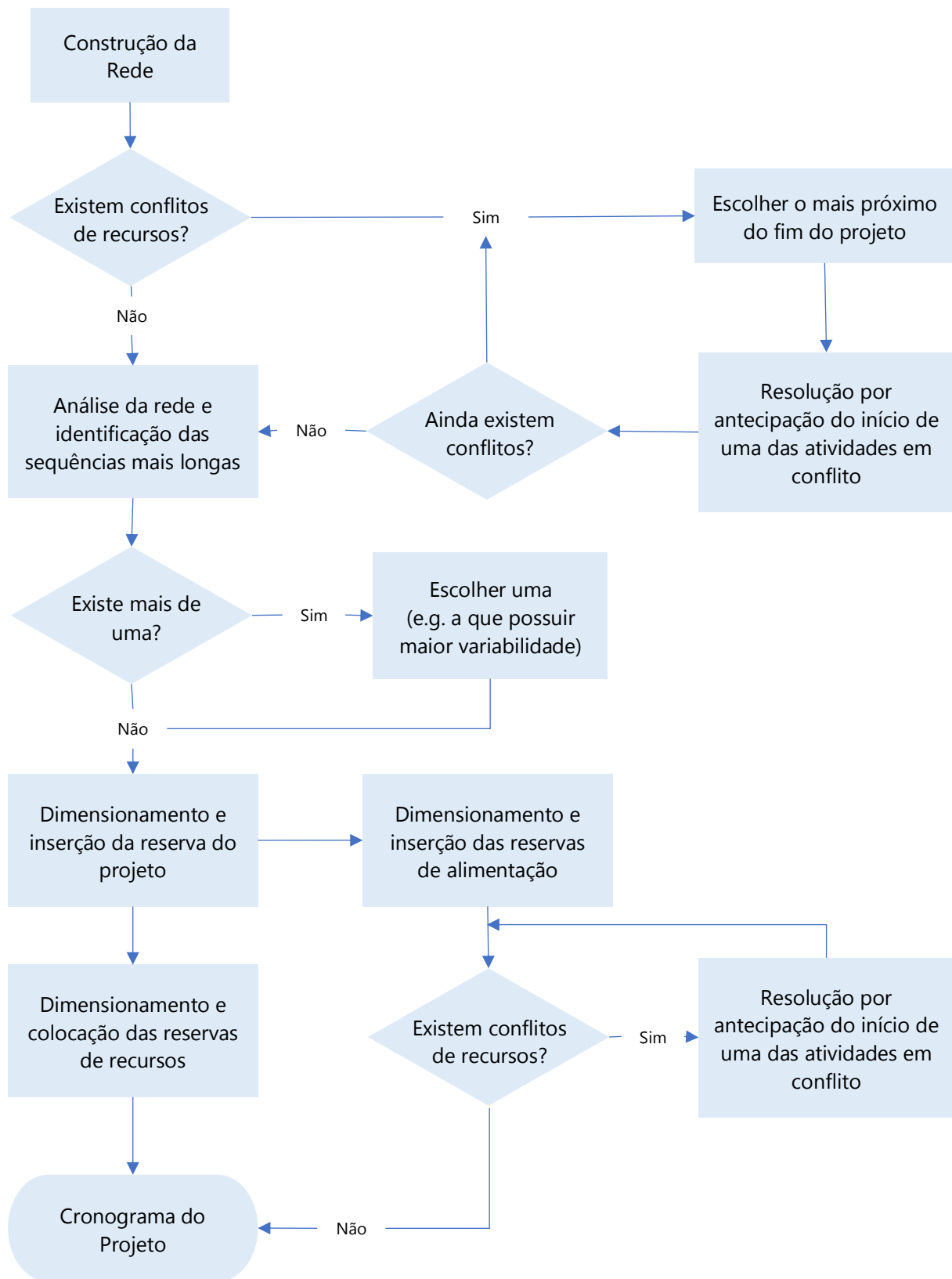


Figura 8 - Lógica Processual da Programação da CC (Adaptado de [3])

### 2.4.3.3 Caracterização e Inserção das Reservas

De acordo com Goldratt [38], os projetos são afetados pelos tempos de segurança, tradicionalmente atribuídos pelos gestores de projeto ao efetuar a estimativa da duração das atividades, como forma de prevenção face aos efeitos da incerteza e na tentativa de cumprir o planeamento [55]. Desta forma, praticamente todas as atividades de um projeto têm associadas uma duração que excede o tempo efetivamente necessário para a sua concretização [36], [47]. Do ponto de vista de Goldratt, esta grande certeza, dos métodos tradicionais, em como a atividade é de facto completa, é a principal causa de derrapagem dos prazos de um projeto, ou seja, de atrasos. Isto porque, apesar da probabilidade de colisão com um atraso em qualquer uma das atividades ser muito elevada, é muito improvável que este atraso ocorra em todas as atividades [36], [26].

A tendência de adicionar tempos de segurança a cada atividade resulta em que, na sua implementação, estes tempos sejam sempre consumidos devido às questões comportamentais referidas anteriormente (secção 2.4.2.).

Devido a isto, a melhoria proposta pela CCPM consiste na ideia de que, como alguns destes tempos de segurança são desnecessários, as atividades do projeto podem ser concretizadas mais cedo do que o esperado [36], [26].

A primeira pergunta que é feita de forma a estimar uma duração de uma atividade é "quanto tempo esta demorará?". Normalmente, quando esta tem resposta, está implícito um tempo de segurança sendo que este, por muito conservativo que seja, nunca garante a 100% que a atividade se realizará no tempo estimado. A metodologia CCPM defende que as estimativas normais rondam os 90% de certeza (Figura 9) sendo que estas contêm uma reserva que, na maioria das vezes, é demasiado conservativa. Deste modo, a CCPM propõe que as atividades sejam estimadas com uma certeza de 50%, ou seja, ser igual a probabilidade da atividade se realizar dentro do tempo ou ter algum atraso [28].

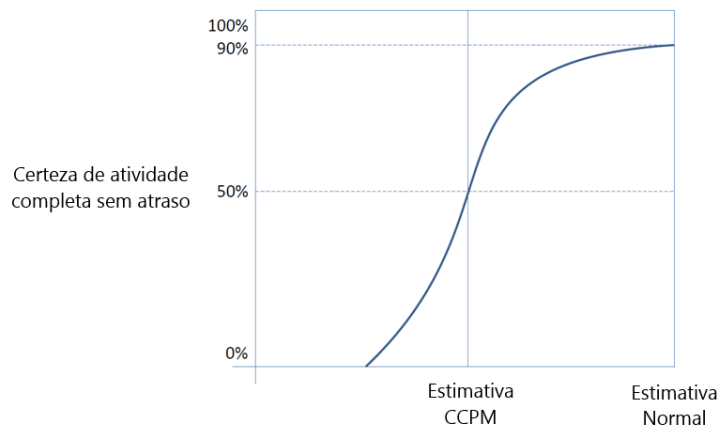


Figura 9 - Tempo Estimado para completar uma atividade  
(Adaptado de [28])

Este processo de estimação com 50% de certeza, ou seja, de reduzir os 90% para 50% poderá ser complexo pelo que, a CCPM assume que a duração de uma estimação de 50% será cerca de metade do tempo normal estimado para aquela atividade (tal como descrito na imagem acima).

A probabilidade de uma atividade se realizar dentro do tempo estimado ser igual à probabilidade de ter algum atraso pode ser representada através de uma analogia com um caminho onde se encontrem 10 semáforos. Se for estimado o tempo de ultrapassar cada semáforo terá de se ter em conta o tempo perdido num semáforo vermelho. No entanto, a probabilidade de todos os semáforos se encontrarem vermelho (com a indicação para pararmos) é muito reduzida se não contarmos com algum tipo de trânsito. Assim, planear uma duração tendo em conta a probabilidade de encontrar cada semáforo vermelho seria uma estimativa demasiado conservativa. Assim, a CCPM recomenda retirar metade do tempo de espera de cada semáforo e assumir que a o mais provável será apanharmos tantos semáforos vermelhos como verdes [28]. Num projeto, pondo este método em prática, a duração total do projeto é reduzida através, primeiramente, da remoção dos tempos de segurança individuais e, em segundo lugar, pela sua substituição por uma reserva de tempo agregado de menor dimensão no final do projeto [29].

Os tempos de segurança serão assim removidos para corrigir a sensação dos recursos de ainda existir muito tempo disponível para efetuar o trabalho (resultando num aumento do seu empenho em finalizar a atividade a tempo) e agregados em zonas estratégicas de reserva para lidar com o risco e assegurar o cumprimento do prazo previsto para a entrega do projeto [32], [36], [26]. Uma reserva funcionará assim como um amortecedor, cujo objetivo é absorver o impacto da variação e da incerteza do projeto, prevenindo atrasos [29] (Figura 10).

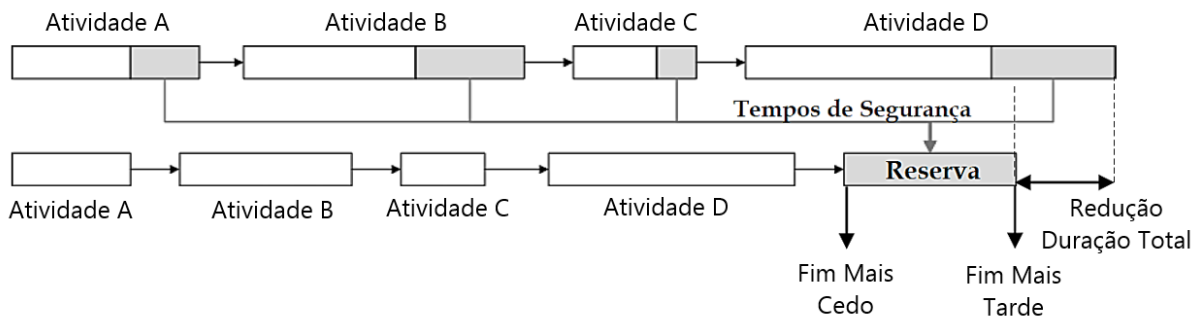


Figura 10 - Criação de Reservas Temporais  
(Aptado de [26])

Num projeto CCPM existem dois tipos de reserva. Estas são introduzidas de maneira diferente na rede de projeto e estão representadas na Figura 11 [45], [36], [27], [58], [59]:

- Reserva de Projeto (PB), adicionada no fim da cadeia crítica para proteger a duração total do projeto de variações na mesma.
- Reserva de Alimentação (FB), adicionada no final de uma cadeia de atividades não críticas que alimente uma cadeia crítica, para prevenir que a variação da primeira atrase a segunda, iniciando-se a atividade crítica que recebe input da atividade não crítica assim que a sua atividade crítica precedente é concretizada.

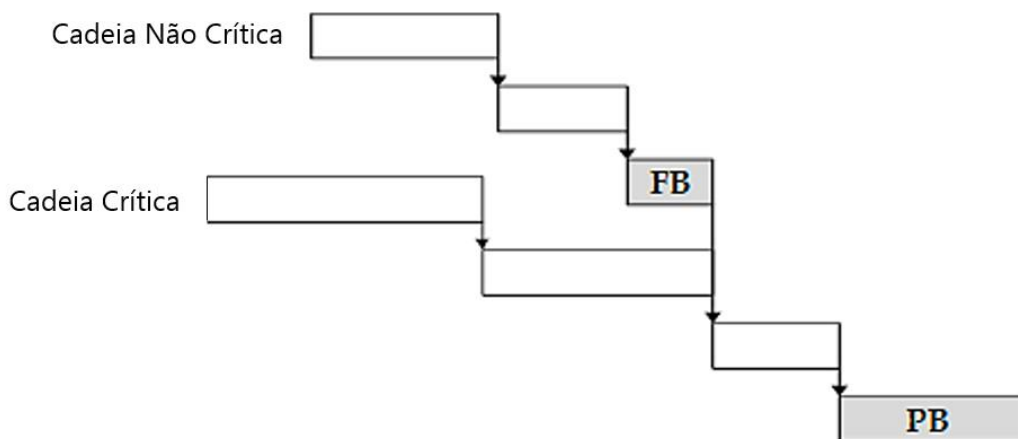


Figura 11 - Inserção das Reservas de Alimentação (FB) e de Projeto (PB) na Rede  
(Adaptado de [60])

Com a adoção destas reversas (FB e PB), as variações na cadeia crítica não afetam diretamente a data estimada para a entrega do projeto e, uma vez que CCPM não se foca nas atividades de forma individual, considerando como data mais importante a data de finalização do projeto (e não as datas previstas para a finalização de cada atividade), verifica-se o cumprimento do princípio de TOC que sugere que a organização deve procurar atingir uma

otimização geral em vez de local [36]. Assim, os desvios dos prazos previstos não são tratados ao nível de cada atividade, atuando-se coletivamente sobre os mesmos através da gestão das reservas [29], [26].

#### 2.4.3.4 Dimensionamento das Reservas de Tempo

O dimensionamento adequado das reservas de tempo e a sua correta gestão é um dos maiores desafios de CCPM. São estas as etapas mais importantes para o planeamento e controlo do projeto, pois a definição correta da dimensão das reservas é essencial para a redução do risco de não cumprimento do prazo estabelecido para a finalização do projeto [26]. Colocar, do planeamento do projeto, reservas superiores ao necessário poderá resultar em custos adicionais dispensáveis e na perda de oportunidades de negócio, enquanto que reservas inferiores poderão perturbar a cadeia crítica, despoletando atrasos no projeto com implicações financeiras. Este dimensionamento é normalmente obtido por uma das três metodologias: "Cut and Paste" (C&PM), Erro da Raiz Quadrada (RSEM) ou Simulação de Monte Carlo (MCS) [61], [58], [62], [60], [63].

##### 2.4.3.4.1 Método Cut and Paste

Goldratt [38] sugeriu a adoção deste método no seu livro "Critical Chain" de forma a dimensionar as reservas. O Método Cut & Paste (C&PM) sugere a construção da calendarização com estimativas de duração de tarefas considerando apenas 50% do tempo inicialmente estimado [64], [36], [25], [27], [65]. A dimensão da FB equivale a metade do somatório dos tempos de segurança das atividades não críticas e a dimensão da PB equivale a metade do somatório dos tempos das atividades críticas [46]. A seguinte equação consiste na fórmula de cálculo do método C&PM, onde  $B_{C\&P}$  é a reserva calculada pela C&PM,  $T_P$  corresponde a estimativa de duração pessimista e  $T_M$  à estimativa de duração mais provável.

$$B_{C\&P} = 0,5 \times \sum_{i=1}^N (T_P - T_M)$$

Este cálculo poderá ainda ser simplificado por:

$$\frac{\sum_{i=1}^N 0,5 d_{c_i}}{2}$$

Sendo  $d_{c_i}$  a duração das atividades, com um nível de confiança de pelo menos 80%.

A dimensão da reserva de projeto (PB) sugerida por Goldrat será assim de cerca de 50% sobre o tempo total da cadeia crítica (Figura 12). Ou seja, desde que não haja conflitos de recursos e visto que a reserva de alimentação não irá afetar o tempo total da duração do

projeto, um projeto estimado através da metodologia CCPM terá 75% da duração prevista através de um método tradicional [28]:

$$\text{Estimativa CCPM} = (\text{Duração Atividade})/2 \times (1,5 - \text{dimensão PB}) = 0,75 \text{ duração total}$$

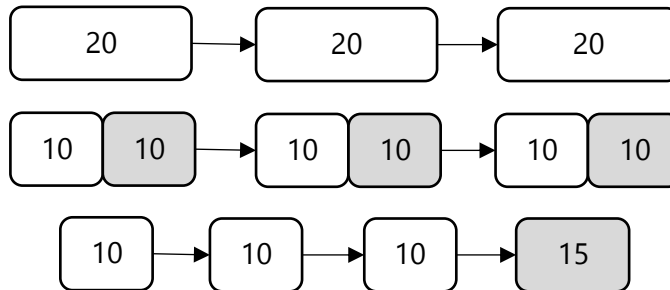


Figura 12 - Dimensionamento do Buffer pelo método "Cut and Paste"  
(Adaptado de [65])

#### 2.4.3.4.2 Método Erro da Raiz Quadrada

O Método Erro da Raiz Quadrada (RSEM) usa duas estimativas para a duração de cada atividade da cadeia crítica: a estimativa de duração pessimista ( $T_p$ ) e a estimativa de duração mais provável ( $T_M$ ) das atividades [45]. A dimensão da reserva  $B_{RSE}$  é obtida pela raiz quadrada do somatório dos quadrados da diferença de estimativas:

$$B_{RSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (T_p - T_M)^2}$$

Segundo Leach [51], para a utilização deste método deverão de existir pelo menos 10 atividades na cadeia crítica e nenhuma deve de durar mais de 20% da mesma ou mais de 50% da reserva do projeto. As reservas devem ser sempre superiores a 25% da duração da cadeia crítica.

#### 2.4.3.4.3 Simulação para a Melhoria da Calendarização

A simulação para a Melhoria da Calendarização (SMC) provém dos princípios da metodologia CCPM e da Simulação de Monte Carlo [3]. Esta última consiste na geração de valores aleatórios para uma determinada variável com o objetivo de simular possíveis cenários de um modelo que segue uma determinada distribuição de probabilidade. A simulação destes valores é efetuada através de amostras baseadas numa função de densidade de probabilidade que representa as probabilidades de uma variável aleatória, recorrendo a uma função de distribuição que satisfaz a distribuição de probabilidade escolhida [66], [26].

Segundo a SMC, para o dimensionamento das reservas, é necessária a seleção das distribuições das durações das atividades, sendo a distribuição Triangular conceptualmente mais simples e utilizada em modelos reais na falta de informação precisa sobre a verdadeira distribuição [3].

A dimensão das reservas é obtida pela diferença entre a data de conclusão simulada para o projeto e as datas de finalização de cada cadeia não crítica (pontos de controlo precedentes às reservas), equivalente a ao percentil 95 (D95%):

$$D95\% - D'$$

#### 2.4.3.4.4 Análise Comparativa dos Métodos de Dimensionamento das Reservas

Analisando o método "Cut & Paste" (C&PM), a sua principal vantagem é a sua simplicidade [64]. Ao se considerar 50% da cadeia crítica como reserva do projeto, e tendo em conta que a dimensão da reserva aumenta linearmente com o comprimento da cadeia crítica, pode originar reservas excessivamente longas e impraticáveis em projetos de longa duração, traduzidas em proteção desnecessária no caso de projetos de baixo risco, resultando no desperdício de recursos. A utilização deste método não é recomendada para projetos de inovação [67], [68].

O Método Erro da Raiz Quadrada (RSEM), por forma a validar a aplicação do Teorema do Limite Central, pressupõe que as atividades são mutuamente independentes. No entanto, como as atividades da rede se inter-relacionam, podem ser afetadas pelos mesmos fatores de risco (como as restrições dos recursos e a complexidade da rede de projeto). Desta forma, quando os riscos são leves, a dimensão da reserva é inferior ao necessário, o que poderá causar o insucesso do projeto. Por outro lado, quando os riscos são mais severos, a duração da reserva será superior ao necessário e a parte excedente poderá ser desperdiçada devido ao comportamento dos intervenientes no projeto [46], [26].

As duas principais vantagens da Simulação para a Melhoria da Calendarização (SMC) são a caracterização e dimensionamento de forma objetiva das reservas, considerando todas as atividades e interligações da rede de projeto (incluindo as dependências das atividades por recursos) segundo a lógica ALAP, e o facto da Simulação Monte Carlo ser uma ferramenta conceptualmente simples, relativamente flexível e disponível para utilização empresarial [3].

Comparando os diferentes métodos entre si, concluiu-se que a C&PM sobrestima a dimensão das reservas, concedendo proteção desnecessária ao projeto, enquanto que o método RSEM pode resultar numa reserva inferior ao necessário em projetos longos [69]. No entanto, este último, revela um melhor desempenho quando utilizado em projetos de grande dimensão,

uma vez que evita a proteção excessiva aplicada pelo C&PM quando o número de atividades é elevado [46], [68]. A SMC, quando comparada às duas metodologias anteriores, revela um dimensionamento das reservas mais reduzido e um nível de consumo das reservas melhorado sem ultrapassar a data de entrega do projeto [70].

### 2.4.3.5 Calendarização do Projeto

A calendarização do projeto considera as durações programadas e estimadas para a execução das atividades, agregando de forma estratégica as reservas temporais criadas a partir da variabilidade prevista, que absorvem interações não planeadas e outros atrasos não programados [3].

A metodologia CCPM a toda a ética de trabalho *relay runner* que consiste na concentração do esforço (isto é, sem ocorrência de *multitasking*) no desempenho de uma determinada atividade de forma a que o recurso em espera (para realizar a atividade seguinte) possa iniciar a atividade que lhe compete imediatamente após a finalização da atividade anterior (ou seja, usar sistematicamente o tempo economizado em cada atividade) [29], [54]. Para este efeito, as atividades são calendarizadas segundo o princípio ALAP (*As Late As Possible*) e todas as tarefas devem ser iniciadas assim que as suas predecessoras terminam [71], [26].

A cadeia crítica, por definição, deve ser aquela que define a duração do projeto. No entanto, no caso do projeto ter mais do que uma atividade inicial, a inserção de FB's pode resultar em cadeias não críticas que se iniciam mais cedo que a CC.

As folgas livres, à partida do projeto e devido a este programar todas atividades para iniciarem ALAP, são nulas. No entanto, estas folgas, podem ocorrer com a introdução das FB's que podem originar quebras nas cadeias como exemplificado na Figura 13.

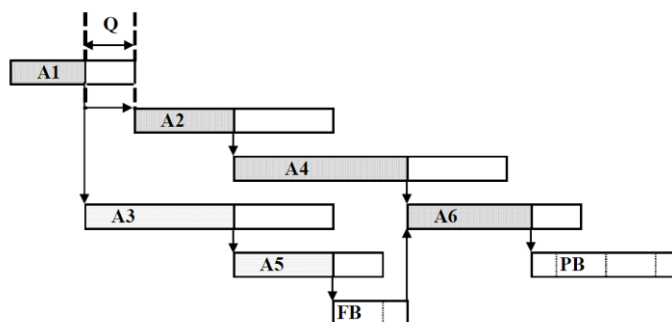


Figura 13 - Quebras na CC  
(Adaptado de [3])

Na Figura 13 não estão considerados os recursos sendo que apenas apresenta dois caminhos de um projeto. O caminho crítico é aquele constituído pelas atividades A1, A2, A4 e A6. No final deste encontra-se inserido uma reserva PB, igual à soma de 50 por cento da

variabilidade retirada das durações das atividades do caminho. Por outro lado, no final da sequência de atividades não críticas, na sua ligação com o caminho crítico, está colocada uma reserva de alimentação (FB), também igual à soma da variabilidade retirada das durações das atividades dessa sequência. Após o dimensionamento desta FB foi detetado que a atividade crítica A1 teria de ser antecipada ou, numa segunda hipótese, adiar o início de A2 e restantes atividades críticas, originando em ambos os casos uma quebra no caminho crítico. Aumentando a dimensão das FB's irá também agravar a ocorrência de quebras na CC. Quando estas quebras acontecem tem que se optar, face à dimensão das reservas, por uma das seguintes soluções:

- Aceitar o risco e o impacto na CC, reduzindo o dimensionamento das FB's à variabilidade possível, ou seja, dentro do horizonte temporal imposto pela CC e desprezando a restante variabilidade;
- Aceitar da mesma forma o risco e impacto na CC, reduzindo o dimensionamento das FB's mas, desta feita, aumentando a duração do projeto ao adicionar a restante variabilidade das FB's à PB final;
- Aceitar a quebra na execução da CC, podendo, neste caso, manter ou reduzir a dimensão da reserva do projeto, já que parte dos atrasos podem ser compensados na quebra programada e as antecipações ocorridas antes da quebra podem não ser aproveitadas, ao nível das restantes atividades da CC.

A PB, ao ter de responder por uma variabilidade para a qual não foi programada, aumenta o risco de se ultrapassar a data prevista para a conclusão do projeto. Na segunda e terceira opção o dimensionamento da PB poder ser determinado por simulação de Monte Carlo. Considerando os princípios metodológicos da CCPM, a primeira e segunda opções permitem a programação da CC sem quebras, o que está mais de acordo com o previsto na definição de CC. Conforme referido anteriormente, na primeira opção, o projeto apresenta um risco acrescido de se atrasar, o que é de todo contrário ao objetivo fundamental do cumprimento do prazo na metodologia CCPM. A segunda opção parece ser, assim, a mais aceitável [72], [3].

#### **2.4.3.6 Gestão das Reservas de Tempo**

Um dos fatores diferenciadores e de maior inovação da CCPM é a forma como é gerida a execução do projeto. A gestão acompanha a evolução do projeto pelo controlo do consumo das reservas de projeto e de alimentação. As reservas são assim os instrumentos utilizados durante a execução do projeto para determinar se a duração programada é ou não alcançável,

dentro do grau de incerteza considerado. Estas disponibilizam assim informação que facilita a tomada de decisão relativamente às ações para priorizar novamente as atividades do projeto [33], [47].

A CCPM considera assim que as reservas têm três zonas de referência, de dimensão aproximadamente igual, que, à semelhança dos sinais de tráfego, têm três cores associadas: verde, amarela e vermelha. O conceito de *Fever Chart* estabelece estratégias de atuação (como sendo acelerar, trabalhar horas extra, subcontratar, entre outras) a adotar pelos agentes decisores ao analisar a quantidade da reserva consumida e o progresso do projeto [32], [50], [55].

Ao longo do projeto, e à medida que as atividades que precedem a reserva são concluídas, consoante a sua zona (verde, amarela ou vermelha) são definidas regras de atuação (Figura 14):

- Na zona verde (OK), considera-se que o consumo da reserva considerada está dentro da utilização esperada, significando que não se atua. Ou seja, as reservas remanescentes são suficientes para o desenvolvimento do projeto, dentro das causas de variação previstas. A zona verde indica que a velocidade de execução do trabalho da CC é superior à velocidade de consumo da PB, logo o projeto está adiantado.
- Na zona amarela (Observar e Planear), considera-se como uma zona de prevenção, durante a qual devem ser desenvolvidos planos de contingência para serem colocados em prática, caso o consumo das reservas continue a exceder a utilização esperada. Por exemplo, afetação de mais recursos. Esta zona resulta normalmente de um projeto onde o consumo da PB e a concretização do trabalho da CC decorrem à mesma velocidade.
- Na zona vermelha (Atuar) é, facto, necessário atuar, tomando as medidas definidas pelo plano de contingência, com vista à redução do consumo das reservas ou reprogramação da rede. A entrada na zona vermelha do *Fever Chart* indica que a PB está a ser consumida a uma velocidade superior à de concretização do trabalho da CC, ou seja, o projeto incorre o risco de se atrasar [32], [50], [26], [3].

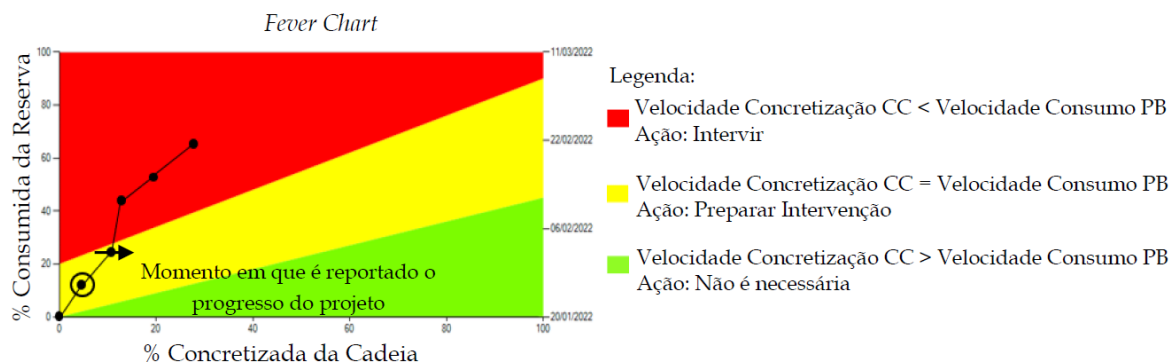


Figura 14 - Fever Chart e significado de cada zona  
(Adaptado de [26])

A gestão das reservas de tempo permite priorizar as atividades com base no consumo/penetração das reservas, alertar para acelerar a execução das atividades em risco (zona vermelha), disponibilizar feedback ao processo de planeamento relativamente à necessidade de considerar determinados parâmetros (como, por exemplo, aumentar a capacidade dos recursos) e, ainda, identificar as principais causas dos atrasos com foco na melhoria contínua [24], [26]. Permite ainda perceber o estado da calendarização do projeto, facilitando o controlo adaptativo e disponibilizando sinais de aviso para uma atuação preventiva da gestão com recursos ao *Fever Chart*, que constitui uma ferramenta única de reporte do progresso do projeto e que disponibiliza feedback de forma visual e imediata [52], [28].

#### 2.4.3.7 Introdução de Reservas de Recursos

É possível dividir os recursos, da metodologia CCPM, em dois tipos: os que executam as atividades críticas e os que executam atividades não críticas. Com o objetivo de assegurar a disponibilidade dos "recursos críticos" quando a atividade predecessora é finalizada, a reserva de recurso (RB) é adicionada a uma atividade crítica quando a sua atividade crítica precedente usa um tipo de recurso diferente [61], [26]. Funciona assim como um mecanismo de aviso que alerta para os recursos que foram designados à cadeia crítica e, desses recursos, quais já foram consumidos em atividades anteriores, garantindo a disponibilidade dos recursos necessários à concretização do projeto no tempo previsto. A reserva emite a mensagem aos recursos de que a atividade crítica à qual foi alocado irá ser iniciada em breve [45], [36], [27], [58], [59]. Ao contrário da FB e da PB, a RB funciona como uma tarefa virtual sem duração alocada na calendarização, isto é, sem consumir tempo do projeto [73], [74].

### 2.4.3.8 Vantagens, Desafios e Limitações CCPM

A Tabela 1, apresentada em seguida, expõe algumas das vantagens mais frequentemente abordadas na literatura no que toca à adoção de CCPM por parte das organizações.

Tabela 1 - Vantagens Associadas à Adoção de CCPM

<i>Tópico</i>	<i>Explicação/Vantagem</i>	<i>Ref.</i>
Abordagem Sistemática	CCPM baseia-se em TOC; Objetivo de aumentar o desempenho geral dos projetos; Identificação e exploração das restrições que limitam a sua produtividade; Disponibiliza a visão do sistema de projeto como um todo, no seu progresso geral e não numa atividade de forma individual.	[32], [29], [64]
Disponibilidade dos Recursos	Não se baseia no pressuposto de que os recursos disponíveis para a execução das atividades são ilimitados; Foca-se no controlo dos recursos, monitorizando o seu desempenho e disponibilidade.	[59], [75], [76]
Comportamento Humano	Atenta no desempenho humano; Reduz comportamentos indesejados motivados pela utilização de datas pouco flexíveis na calendarização e pelo tempo excessivo tipicamente atribuído a cada atividade.	[29], [38]
Risco do Projeto	Introduz o conceito de reservas para a partilha do risco associado a derrapagens na calendarização, protegendo a data de concretização do projeto.	[32], [73]
Controlo do Projeto	CCPM monitoriza o progresso do projeto; Efetua o seguimento das ocorrências; Informa os agentes decisores sobre a necessidade de intervenção para a resolução de problemas na calendarização de forma preventiva.	[77], [78], [79], [80]

Aplicabilidade	<p>Aplicável a todas as áreas onde sejam aplicáveis metodologias de gestão de projetos;</p> <p>A CCPM não é limitada a um tipo de indústria ou projeto específicos, ou mesmo a um nível de incerteza ou dimensão da organização;</p> <p>Não exige uma total reconstrução dos processos utilizados, devendo de ser adaptada aos requisitos específicos das organizações;</p> <p>Existem vários softwares disponíveis no mercado que facilitam informação e relatórios.</p>	[36], [38], [29]
----------------	---	---------------------

A Tabela 2, apresentada em seguida, expõe desafios e limitações habitualmente debatidos no âmbito da adoção de CCPM pelas organizações.

Tabela 2 - Desafios e Limitações Associadas à Adoção de CCPM

<i>Tópico</i>	<i>Explicação/Limitação</i>	<i>Ref.</i>
Inércia à Adoção	<p>Difícil alterar os padrões atuais das organizações;</p> <p>Resistência à mudança;</p> <p>Imperativo ter o apoio da gestão de topo para uma transição eficaz;</p> <p>Exigência de investimento financeiro em formação e novo software.</p>	[32], [56]
Formação	<p>Disponibilizar ao membros da equipa de projeto - fazer esquecer as práticas das metodologias tradicionais por parte de gestores de projetos experientes para a interiorização de novos conceitos.</p>	[56]
Custos do Projeto	<p>Foco da CCPM no controlo da duração do projeto;</p> <p>Interferência no âmbito do projeto sem considerar a influência ou consequências dos custos do projeto.</p>	[47], [63]
Cálculos e Previsões	<p>Falha na disponibilização de fórmulas de controlo e na previsão da duração e custo totais do projeto na concretização.</p>	[63]

## 2.5 CCPM-Agile Revisão de Literatura

De modo a analisar o modelo híbrido CCPM-Agile e recentes investigações sobre o tema, elaborou-se uma revisão de literatura. Esta revisão teve como objetivo obter uma visão clara e uma avaliação global da literatura disponível, e ainda de modo a não comprometer a qualidade da mesma, foi necessário identificar, avaliar e sintetizar várias publicações científicas utilizando bases de dados com publicações revistas pelos pares. Recolheu-se informação sobre o tema, permitindo realizar uma análise e discussão detalhadas sobre este novo modelo híbrido de gestão de projetos.

### 2.5.1 Limitações da Metodologia

Numa revisão de literatura é imprescindível estabelecer e definir limites claros que permitam proceder a uma análise concreta da temática que está a ser estudada. Para tal, elaborou-se um fluxograma (Figura 15) para auxiliar o procedimento da revisão de literatura. Para efetuar a pesquisa das publicações foram selecionadas diversas palavras-chave relacionadas com o tema para garantir as publicações selecionadas estivessem de acordo com este. Assim, utilizaram-se as palavras-chave relacionadas com *Agile*, *CCPM*, *Critical Chain* e ainda *Critical Chain Project Management*, tendo-se realizado a pesquisa da seguinte forma: "Agile" AND ("CCPM" OR "Critical Chain" or "Critical Chain Project Management")

De modo a efetuar a revisão de literatura foram selecionadas duas bases de dados, a *Scopus* e a *Web of Science*. Esta pesquisa foi restringida ao título, palavras-chave e resumo dos documentos. Assim obtiveram-se 14 publicações na *Scopus* e 7 na *Web of Science*. Os tipos de publicação considerados foram "Conference Paper", "Article" e "Review". Após terem sido removidas as publicações duplicadas entre as bases de dados, procedeu-se à leitura do título, resumo e, em caso de dúvida, à totalidade da publicação, de modo a excluir aquelas que não estavam relacionadas com o tema. Por fim, foram ainda excluídas as publicações a que não se teve acesso, restando no final 5 documentos.

A partir desta revisão de literatura, manifestamente curta, entende-se desde já que foram poucos os autores que tentaram ligar estas duas metodologias num sistema híbrido sendo ainda um tema claramente recente e por explorar.

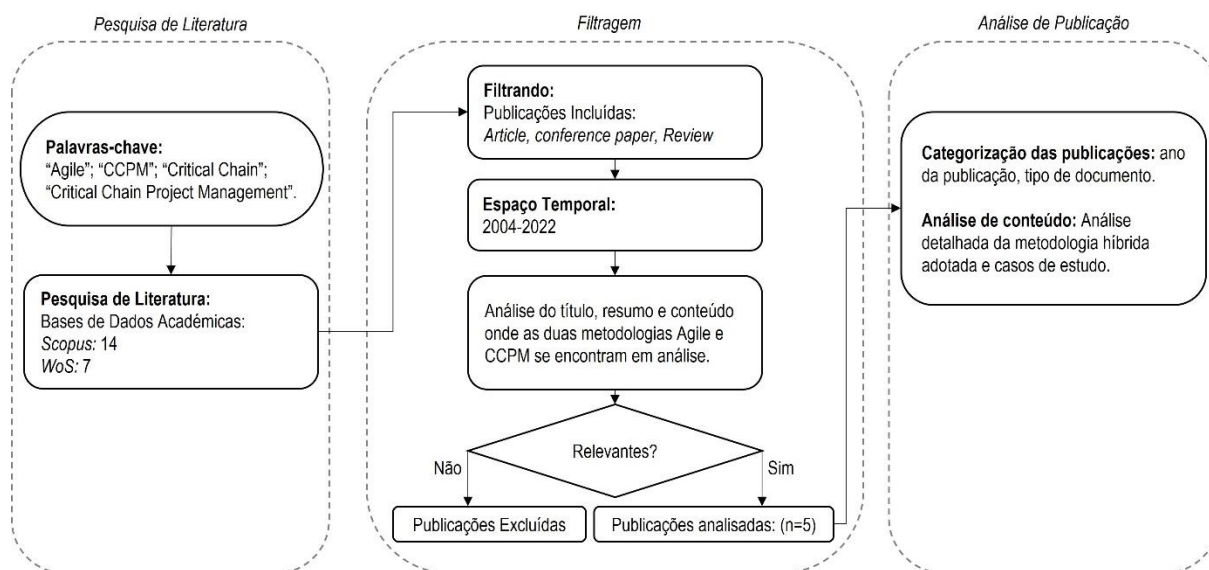


Figura 15 - Fluxograma da Metodologia Aplicada

## 2.5.2 Análise Descritiva

De modo a realizar e a resumir a revisão de literatura, teve-se em conta um total de 5 publicações que, após a seleção e análise detalhada do seu conteúdo, foram organizadas por várias categorias, nomeadamente, ano de publicação, país de desenvolvimento, caso de estudo, metodologia nova (híbrida) e, por fim, objetivo do estudo que envolve as metodologias *Agile* e CCPM. Os dados desta categorização podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização da Revisão de Literatura Efetuada

Ref.	Ano	País	Caso de Estudo	Estudo de Nova Metodologia Híbrida	Objetivo do Artigo
[81]	2015	Grécia	Não	Sim - Integração da metodologia <i>Agile</i> ASD ( <i>Adaptative Software Development</i> ) com CPM.	Comparar metodologias clássicas na implementação de projetos IT com projetos e metodologias <i>Agile</i> . Integração de um modelo TOC-CPM com <i>Agile</i> .
[82]	2009	EUA	Sim	Sim - <i>Business Critical Chain Software Lifecycle</i> (BCCSL)	Comparar a utilização deste novo modelo híbrido com modelos regulares/tradicionais.

[83]	2012	EUA	Não	Não	Revisão de Literatura sobre metodologias de Gestão de Projetos projetando novas oportunidades para melhorias na gestão de projetos.
[32]	2020	Espanha	Sim	Sim - <i>Progressive Elaboration Approach with CCPM</i>	Aplicação do modelo proposto e estudos dos efeitos da mudança numa perspectiva multi-projeto.
[84]	2020	Espanha	Sim	Não	Analisar o processo de transição de metodologias de gestão de projetos para metodologias recentes e inovadoras.

Analisando as metodologias utilizadas na implementação de novos modelos híbridos, é de realçar que se encontram pouco detalhas e ainda pouco claras sendo que, para todas elas, são apresentados resultados positivos quando comparadas com as metodologias tradicionais. No entanto, apesar de ser visível que a implementação e integração da metodologia Agile com CCPM ainda está praticamente por explorar, nos poucos casos de estudo onde ambas as áreas de gestão de projetos estiveram envolvidas, apresentaram resultados promissores e de relevo científico.

## PROPOSTA METODOLÓGICA DO ESTUDO

No presente capítulo proceder-se-á à apresentação e descrição detalhada da metodologia proposta para integração das metodologias CCPM e *Agile* para a gestão de projetos, por forma a ser, posteriormente, aplicada a um Caso de Estudo.

No seguimento da reflexão produzida no Capítulo 2, com a finalidade de desenvolver uma abordagem integrada CCPM-Agile, propõe-se a aplicação do Modelo Híbrido CCPM-Agile para a gestão de projetos, baseado nos estudos analisados posteriormente. Este modelo não terá como base um estudo anterior mas serão incluídas considerações dos vários casos já analisados, no entanto, o modelo será totalmente novo.

Por forma a dar resposta à questão de investigação, a metodologia proposta (Tabela 4) será aplicada a um Caso de Estudo de modo a se entender o real valor acrescentado ao processo de gestão de projetos pela adoção do Modelo Híbrido Agile-CCPM, nomeadamente, na sua integração na Metodologia DePICT, atualmente em vigor na empresa DHL Supply Chain.

O Caso de Estudo consistirá num ensaio da proposta metodológica na empresa DHL Supply Chain, numa fase de implementação de um projeto relativo à implementação de um WMS, sendo esta fase decisiva a fase de testagem do sistema, servindo o modelo proposto para o acompanhamento, calendarização e rápida resolução dos *Issues* (erros) que foram surgindo associados a esta fase de testagem - UAT's.

Tabela 4 - Fases, Etapas e *Softwares* da Proposta Metodológica do Estudo

PROPOSTA METODOLÓGICA DO ESTUDO		
Fases do Projeto	Etapas	Software
Calendarização CCPM-SMC do Projeto	1. Construção da Rede de Projeto	<i>Microsoft Project</i>
	2. Estimativa da Duração das Atividades	
	3. Resolução dos Conflitos entre Atividades por recursos	<i>ProChain</i>
	4. Identificação da Cadeia Crítica	
5. Inserção das Reservas Nulas	<i>@Risk</i>	
	6. Dimensionamento das Reservas	
	7. Inserção das Reservas Dimensionadas e Recalendarização do Projeto	<i>ProChain</i>
Implementação das Atividades com base na Metodologia Agile	1. Definição das Atividades 2. Atribuição das Atividades 3. Acompanhamento de cada atividade (Kanban)	<i>JIRA</i>
Monitorização do progresso do Projeto	1. Estabelecimento dos Critérios e Dashboards de Análise 2. Definição dos Momentos de Reporte do Progresso do Projeto 3. Reporte do Progresso do Projeto e Atualização da Calendarização 4. Monitorização, Acompanhamento e Visualização do Estado do Projeto	<i>Microsoft Project;</i> <i>Microsoft Excel</i>

Com o objetivo de desenvolver o Caso de Estudo e aplicar o Modelo Híbrido CCPM-Agile, sugere-se a divisão do mesmo em 3 fase distintas. A primeira fase consistirá na Calendarização do Projeto, onde se pretende adotar a lógica CCPM com a Simulação de Monte Carlo para o dimensionamento das reservas temporais, a Simulação para a Melhoria da Calendarização (SMC). Na fase seguinte pretende-se por em prática e aplicar a calendarização proposta, ou seja, a fase de implementação da metodologia proposta com base numa Metodologia Agile apoiada pelo *software* JIRA onde, através dos Kanbans e de um sistema *Pull*, as várias atividades do projeto são postas em prática. Por último, na terceira fase que é paralela à segunda, proceder-se-á à monitorização do projeto através da Metodologia Híbrida CCPM-Agile.

## 3.1 Fase 1: Calendarização CCPM-SMC do Projeto

### 3.1.1 Construção da Rede do Projeto

A construção da rede de projeto deverá ser realizada utilizando o *software* de gestão de projetos *Microsoft Project*. O *Microsoft project, software* reconhecido internacionalmente, permite assistir os gestores de projeto no desenvolvimento da calendarização, atribuição de recursos às atividades, monitorização do progresso do projeto, gestão do orçamento e da carga de trabalho.

De forma a elaborar a rede do projeto em execução, será necessária a listagem das atividades a concretizar no decorrer do projeto. Sugere-se a programação das atividades segundo uma lógica direta, significando isto que a rede é construída da atividade inicial para a atividade final. Por fim, serão alocados às atividades os recursos necessários à execução.

A calendarização do projeto deverá seguir a lógica ALAP, para a adoção da ética de trabalho "*relay-runner*" defendida pela CCPM (Secção 2.4.3.5.).

Caso o projeto não tenha sido construído segundo os princípios CCPM-SMC que se pretendem implementar, poderá ser necessário, perante as ocorrências verificadas ao longo do desenvolvimento do projeto, verificar e retificar as relações lógicas entre as atividades e recursos alocados às mesmas.

### 3.1.2 Estimativa da Duração das Atividades

Nesta fase de calendarização do projeto, segundo os princípios de CCPM, dois dos requisitos necessários são as duas estimativas de duração de cada atividade, a duração alvo e a duração máxima admitida ou pessimista, como visto na secção 2.4.3.1. Enquanto que a duração alvo tem a finalidade de reduzir os tempos excessivos tendencialmente atribuídos às atividades, a duração pessimista visa considerar a variabilidade máxima prevista associada às durações sendo, posteriormente, incluída no formato de reservas de tempo. Para tal, a duração pessimista deverá ser introduzida no campo *Duration 1* do *Microsoft Project* de forma a ser futuramente interpretada pelo *ProChain* na calendarização da cadeia crítica.

Adicionalmente, para o dimensionamento das reservas de tempo a introduzir na rede de projeto, será necessário obter-se, nesta fase, as durações mínima admitida ou otimista e a mais provável (considerada, neste caso, equivalente à duração alvo), que, juntamente com a duração pessimista, permitirão caracterizar as distribuições triangulares de cada atividade, que, por serem conceptualmente mais simples, e utilizadas em modelos reais na falta de informação

explícita sobre a verdadeira distribuição, serão as distribuições utilizadas para o dimensionamento das reservas de tempo pela Simulação para a Melhoria da Calendarização (Secção 2.4.3.4.3.).

Nesta etapa será essencial usufruir da experiência dos estimadores bem como das *lessons learned* de projetos anteriores para que as estimativas das durações das atividades sejam efetuadas com a máxima precisão possível.

### 3.1.3 Resolução dos Conflitos entre Atividades por Recursos

Os conflitos entre as atividades pelos recursos, que derivam do facto de estes serem limitados e, como tal, sofrerem de *multi-tasking*, serão solucionados através da introdução de novas precedências na rede de projeto. Os princípios de CCPM não disponibilizam uma solução para a resolução destes conflitos, no entanto, recomenda-se resolver primeiro os conflitos mais próximos da data de finalização do projeto pela antecipação da data de início de uma das atividades em conflito, o que será efetuado, então, quando necessário, pela alteração das relações lógicas entre as atividades.

### 3.1.4 Identificação da Cadeia Crítica

Após a resolução dos conflitos existentes entre as atividades pelos recursos disponíveis na etapa anterior, estão reunidas as condições para a identificação da cadeia crítica do projeto, isto é, a cadeia de atividades de maior duração que, como tal, oferece uma estimativa de duração do projeto.

De forma a se identificar a cadeia crítica dos projetos propõe-se a utilização do software *ProChain Project Schedulling*, da *Prochain Solutions* que, ao ser adicionado ao *Microsoft Project*, consiste numa ferramenta para a calendarização da cadeia crítica, atualização das atividades e gestão das reservas de tempo, disponibilizando suporte ao processo de tomada de decisão através da gestão de dados e elaboração de relatórios [97]. O layout da barra de ferramentas é apresentado na Figura 16.

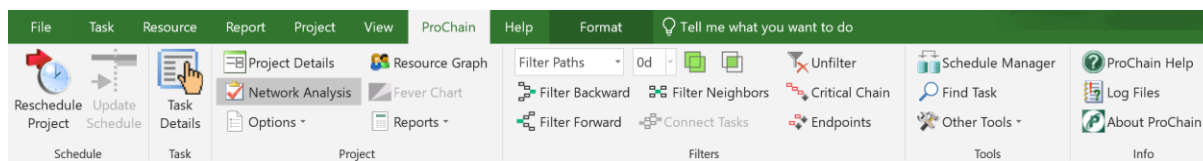


Figura 16 - Barra de Ferramentas da Aplicação *ProChain* no *Microsoft Project*

O comando *Reschedule Project* permitirá executar uma "Atualização 0", considerando como *Status Date* a data de iniciação do projeto. Esta ação possibilita ao *software*, com base nas etapas 1, 2 e 3, a identificação da cadeia crítica do projeto e, como tal, a introdução da PB, que protegerá a data de entrega do projeto das variações associadas às atividades a desenvolver (Secção 2.4.3.7.). Após a seleção comando referido, a seguinte janela irá aparecer (Figura 17):

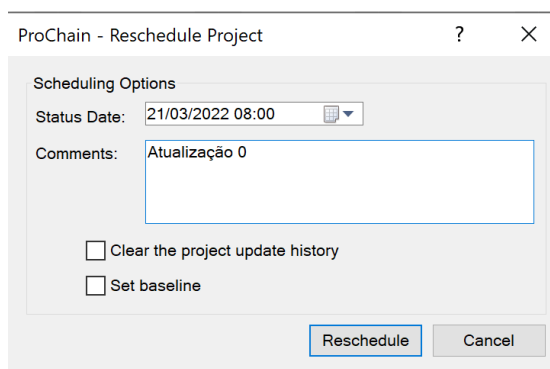


Figura 17 - Atualização 0 para Obtenção da Cadeia Crítica e das PB dos Projetos

### 3.1.5 Inserção das Reservas Nulas

Para que as FB sejam identificadas e localizadas no projeto, será necessário ativar o *Traditional Critical Chain Mode em Options - Project Options*, cuja janela é visível na Figura 18 e, seguidamente, deverá efetuar-se uma nova atualização do projeto no comando *Update Project*.

Posteriormente as FB serão visíveis na rede de projeto onde as atividades não críticas alimentam atividades críticas, garantindo assim que as segundas estão protegidas de atrasos que sucedam nas primeiras (Secção 2.4.3.7.).

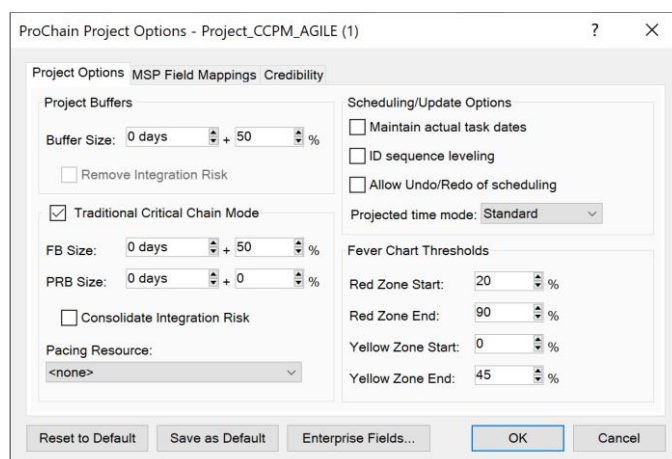


Figura 18 - *Project Options* para a Introdução de PB

### 3.1.6 Dimensionamento das Reservas

O dimensionamento das reservas será obtido de acordo com os princípios da Simulação para a Melhoria da Calendarização pois, entre as metodologias abordadas, é o que apresenta melhores resultados, nomeadamente, uma reserva de menor dimensão e um nível de consumo da mesma mais reduzido sem ser ultrapassada a data de entrega do projeto, considerando todas as atividades e interligações da rede de projeto segundo a lógica ALAP. Assim, recomenda-se o uso da aplicação *@Risk* da *Palisade*, fabricante de software para análise de risco e tomada de decisão.

Para o dimensionamento da PB, será utilizada a versão *@Risk 7.0*, correspondente a um *add-in* para o *Microsoft Excel* que comunica com o *Microsoft Project*, para a realização da Simulação Monte Carlo, permitindo o cálculo de todos os cenários possíveis, e respetiva probabilidade de ocorrência, para a situação em análise. A barra de ferramentas do *@Risk* no *Excel* é apresentada na Figura 19.

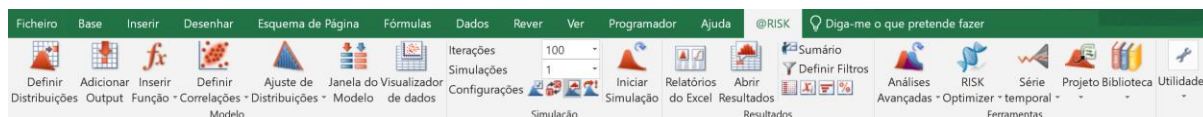


Figura 19 - Barra de Ferramentas do *Add-In @Risk 7.0* no *Excel*

Após a extração da calendarização base em ALAP (antes da introdução da cadeia crítica e das reservas) do *Microsoft Project* para o *Microsoft Excel*, deverão ser selecionados pontos de controlo, isto é, as datas de interesse a simular segundo distribuições de probabilidade triangulares, ou seja, as datas de concretização das atividades precedentes às reservas (FB, PB). Para a simulação dever-se-á ter em consideração a duração alvo, a duração otimista e a duração pessimista de cada atividade. Após a obtenção destes três valores deverá de ser inserido,

na coluna das durações, através do campo "Definir Distribuições", a distribuição triangular de cada duração com os 3 valores acima mencionados.

Para realizar a simulação recorrer-se-á a 10 000 iterações, considerando o número de iterações ideal para a obtenção de um resultado preciso [3], segundo um motor de simulação *standard*.

As dimensões das reservas de tempo irão resultar da diferença entre a data de concretização da atividade correspondente ao percentil 95 e data de concretização inicialmente estimada para a mesma atividade (como visto na secção 2.4.3.4.3.).

A Figura 20 serve de exemplo de um gráfico de output da Simulação Monte Carlo no @Risk, onde visível, na barra vermelha horizontal em cima, a data equivalente ao percentil 95 (20/04/2022).

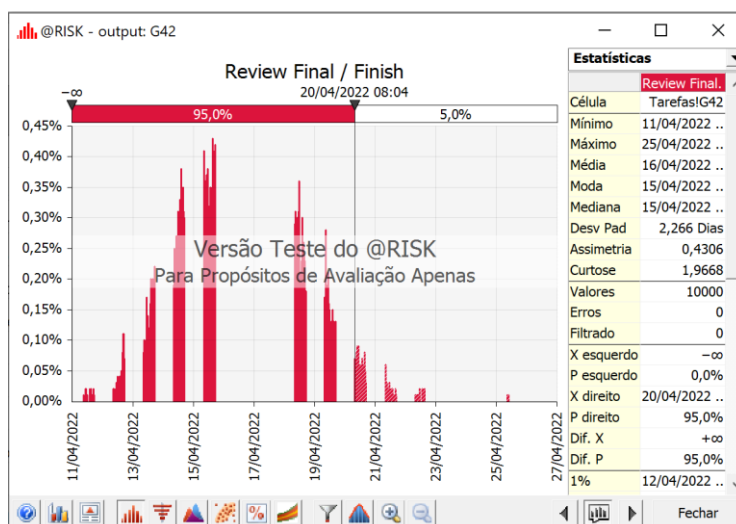


Figura 20 - Exemplo de Output da Simulação de Monte Carlo através do @Risk

### 3.1.7 Inserção das Reservas Dimensionadas e Recalendarização do Projeto

Após a obtenção das dimensões das reservas segundo a SMC na etapa anterior, os valores obtidos para as reservas de tempo serão igualados às reservas alocadas à rede de projeto da calendarização *ProChain*.

Efetuar-se-á uma recalendarização do projeto, novamente, em *Reschedule Project*.

## 3.2 Fase 2: Implementação das atividades com base na Metodologia *Agile*

### 3.2.1 Definição das Atividades

Após a calendarização do projeto é necessário por o mesmo em prática. Para tal, e de forma a se obter total visibilidade sobre o *status* de cada atividade, sugere-se a integração e definição das atividades na plataforma de gestão de projeto JIRA, da Atlassian (Figura 21).

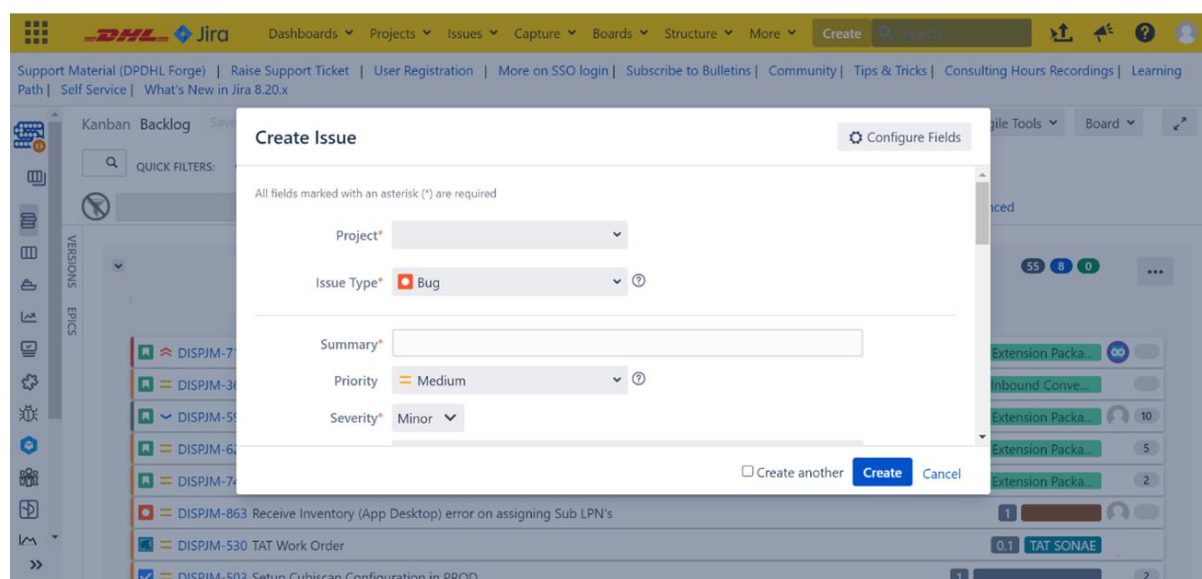


Figura 21 - Criação de Atividade no Software JIRA

No canto superior do *software*, após acedermos ao mesmo devemos de carregar em "Create" e, a partir desse ponto, preencher os vários pontos da atividade a realizar, nomeadamente, o projeto onde esta está inserida, um título, a sua prioridade e criticidade e ainda a descrição de toda a atividade a realizar. Por fim, será necessário atribuir a atividade a alguém. Todos os envolvidos no projeto deverão de estar registados na plataforma.

### 3.2.2 Atribuição das Atividades

Após a criação da atividade na plataforma JIRA, a mesma deverá de ser atribuída a uma pessoa responsável por cumprir a mesma. A atribuição das atividades deverá seguir a calendarização prevista na fase anterior da metodologia caso tenham sido atribuídos recursos a cada atividade. Caso, na primeira fase de calendarização, não tenham sido atribuídos recursos

a cada atividade estes poderão ser atribuídos nesta fase pois a plataforma também disponibiliza forma de ver o número de atividades atribuídas a cada recurso.

Por outro lado, se o projeto for sofrendo alterações constantes no número de atividades, por exemplo, um projeto de gestão de *issues* em que as atividades representem a resolução de cada *issue*, os mesmos poderão ir surgindo ao mesmo tempo que os anteriores estiverem a ser resolvidos. Nestes casos, como referido na secção 2.2.2.1, a atribuição das atividades deverá de seguir um sistema de atribuição *Pull*, ou seja, deverá de se ter em conta o WIP de cada elemento e atribuir a atividade apenas quando a atividade anterior tiver sido terminada. A forma de atribuição sugerida neste modelo híbrido CCPM-Agile será atribuir, naturalmente, em primeiro lugar as atividades críticas até um máximo de duas por operador e ainda uma terceira atividade não crítica. Esta sugestão aplica-se diretamente a atividades relacionadas com projetos na área de IT onde não esteja a ser tido em conta a gestão de reservas do projeto ou haja apenas uma atividade geral de "resolução de *issues*", por exemplo. Para tarefas previamente calendarizadas, as mesmas serão atribuídas de acordo com o previsto respeitando a alocação de recursos a cada atividade sendo as novas atividades que, entretanto, surjam alocadas de acordo com a reserva disponível de cada recurso.

De forma a manter o sistema *Pull*, o responsável pela atribuição de atividades deverá de criar as mesmas e atribuí-las a si enquanto os operadores têm atividades em curso. Dessa forma, conseguirá ter uma visão completa sobre as atividades a realizar e libertá-las apenas quando o operador tiver disponibilidade. Desta forma, a quantidade de trabalho em progresso é limitada e o projeto irá respeitar a gestão de atividades da metodologia Agile libertando as mesmas apenas de acordo com as necessidades, neste caso, da calendarização.

### 3.2.3 Acompanhamento de cada atividade (Kanban)

Após a gestão da atribuição das atividades é necessário o acompanhamento do estado de cada atividade pelo gestor de projeto. Este acompanhamento é facilitado na plataforma JIRA pelos quadros Kanbans (Figura 22), associados a cada utilizador, onde é possível verificar o estado de cada atividade: "*To Do*", "*In Progress*", "*Testing*", "*Done*".

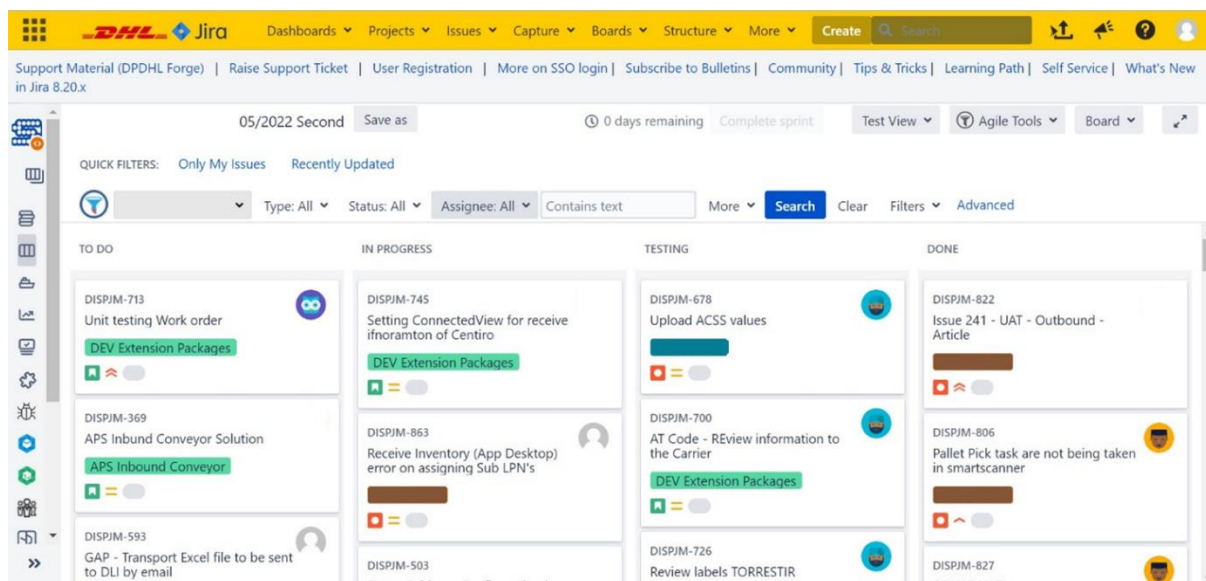


Figura 22 - Kanban software JIRA

### 3.3 Fase 3: Monitorização do progresso do Projeto

Uma vez que a integração das metodologias CCPM e Agile não é atualmente suportada pelos *softwares* de gestão de projetos disponíveis no mercado, no âmbito da presente dissertação, e de forma a monitorizar o projeto, será necessário um estudo separado e o devido tratamento das informações disponibilizadas pelos *softwares* sugeridos.

Assim, a análise efetuada no *ProChain* não englobará o estado de cada atividade em concreto, sendo que terá uma visão global sobre o as atividades já completas ou incompletas. Por outro lado, de forma a analisar o estado de cada atividade tendo como base o Kanban sobre o estado das mesmas da plataforma JIRA, poder-se-á desenvolver um *dashboard* no *Microsoft Excel* de forma a completar toda a informação.

O produto da integração destas informações para a aplicação da Metodologia Híbrida CCPM-Agile para a monitorização dos projetos será assim obtido num formato "manual" com recurso a folhas de cálculo no *Microsoft Excel*.

#### 3.3.1 Estabelecimento dos Critérios e *Dashboards* de Análise

Para a monitorização do projeto de acordo com o Modelo Híbrido CCPM-Agile averiguar-se-á, em primeiro lugar, as condições iniciais de aplicação do modelo ao nível da calendarização CCPM, tabelas obtidas em *Excel* a partir da informação disponibilizada no software JIRA e dos *Fever Charts* disponibilizados pelo *ProChain*. Com esta informação, pretende-se

compreender o estado inicial do projeto, após a execução das etapas da Fase 1 e 2, identificando-se a base sobre a qual se procederá à aplicação do Modelo Híbrido CCPM-Agile.

É de realçar que o *ProChain* é agora, em adição ao *Fever Chart* Tradicional anteriormente analisado na presente dissertação (secção 2.4.3.6.), detentor de um *Time Chart*, apresentado na Figura 23. O gráfico mostra no eixo das abcissas o tempo traduzido em datas (data de recalendarização à esquerda do eixo, data de fim da PB à direita e data de início da PB no meio, marcada por uma linha vertical) e no eixo das ordenadas a percentagem de concretização da cadeia crítica. A percentagem de consumo da PB é indicada por uma barra sombreada vertical que se estende para a direita (nível de consumo da PB acima de 0%) ou para a esquerda (nível de consumo da PB abaixo de 0%). O nível de consumo da reserva é apresentado num segundo eixo horizontal no topo do gráfico, paralelo ao eixo principal das abcissas, indicando o consumo da PB de 0% a 100%. Em comparação com o *Fever Chart* Tradicional, o *Time Chart* disponibiliza uma nova forma de visualizar o tempo, permitindo analisar o estado da reserva e relacioná-lo com o tempo e trabalho por concretizar. A Figura 23 exhibe um *Time Chart* no início do projeto.

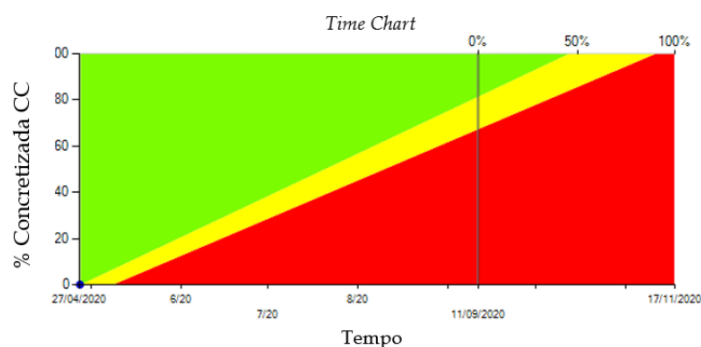


Figura 23 - Time Chart Disponibilizado pelo ProChain

### 3.3.2 Definição dos Momentos de Reporte do Progresso do Projeto

Os momentos de reporte do progresso do projeto deverão ser definidos pela equipa de projeto por forma a proceder-se a atualizações da calendarização nas quais são extraídas conclusões e projeções relativamente ao estado do projeto ao nível dos prazos e respetivos riscos.

De forma a garantir a qualidade e quantidade dos dados recolhidos, a frequência e periodicidade dos momentos de reporte deverá ser adequada à dimensão do projeto.

Deverá, no entanto, atender-se a que o reporte de atividades concretizadas antecipadamente é encorajado pelos princípios de CCPM no âmbito da lógica "relay runner" (secção 2.4.3.5.).

### 3.3.3 Reporte do Progresso do Projeto e Atualização da Calendarização

Mediante os momentos de reporte definidos na etapa anterior, proceder-se-á, então, à atualização da calendarização do projeto, com recurso ao comando *Update Schedule* do *ProChain*. Para o efeito, dever-se-á ter em atenção os diferentes estágios de cada atividade, facilmente identificados na plataforma JIRA. O estado de cada atividade irá dar assim uma visão sobre a sua concretização, sobre o que falta para o seu término ou se já se encontra perto do fim, em fase de testagem. Estes indicadores deverão de estar refletidos num *dashboard* de apoio no *Microsoft Excel*.

### 3.3.4 Monitorização, Acompanhamento e Visualização do Estado do Projeto

A fase de reporte do projeto deverá de ser acompanhada por um quadro específico para a monitorização do mesmo. Este quadro ou *dashboard* terá como base o *status* de cada atividade (Kanban) e ainda a calendarização prevista para todo o projeto.

Deverá ser tido em conta e analisado, nesta fase, os Fever e Time Charts já atualizados após a atualização da calendarização.

Com base na calendarização e no status atual de cada atividade, deverá de ser desenvolvido um gráfico de tendências, como se poderá visualizar no Caso de Estudo que, juntamente com um *dashboard* de apoio transmita rapidamente e de forma resumida o avanço ou atraso do projeto, o trabalho já finalizado e ainda o trabalho a desenvolver até ao final do mesmo.

Desta forma, todas as partes interessadas terão total transparência sobre o estado atual de projeto, sobre o estado de cada atividade e sobre a previsão de finalização do projeto.

## APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA: CASO DE ESTUDO

O presente capítulo inicia-se com a contextualização da envolvente na qual se deu uma parte importante da elaboração do presente estudo, através da elaboração do estado da arte sobre o *software* a implementar e ainda pela caracterização da empresa de acolhimento. Sucede-se a aplicação da metodologia previamente proposta no Capítulo 3 a um caso de estudo no ambiente descrito, finalizando-se com a discussão dos resultados globais obtidos.

### 4.1 Implementação de um *Warehouse Management System*

Na economia atual totalmente dinâmica, global e que procura dar respostas instantâneas, os consumidores procuram comprar, receber ou devolver em qualquer lado. De forma a dar resposta a esta necessidade, as empresas e negócios têm de ter a capacidade de, com um *software* de gestão de armazenagem, otimizar, as capacidades de responder a todas as necessidades.

Um *Warehouse Management System* (WMS) é uma solução de *software* que oferece visibilidade a todo o inventário de uma determinada empresa e ainda faz a gestão das necessidades de abastecimento desde o centro de distribuição até à loja final. Um WMS permite ainda otimizar o trabalho realizado, o espaço em utilização e os investimentos em equipamento, coordenando a sua utilização com o movimento de materiais. Este é normalmente utilizado em combinação com um *Enterprise Resource Planning* (ERP system). Por norma, uma ordem de compra é gerada no ERP e enviada para o WMS que, a partir desse ponto, gere todo o processo dentro do armazém para expedir o material necessário. Os sistemas WMS estão

desenhados para suportar as necessidades de toda a cadeia de abastecimento, incluindo distribuição, manufatura e serviços de empresas [85], [86].

## 4.2 Empresa de Acolhimento

A DHL Supply Chain, parte do grupo DPDHL, é o fornecedor líder mundial em logística por contrato. Está presente em 55 países e emprega 146 000 funcionários em todo o mundo. Em Portugal, a presente dissertação foi desenvolvida no armazém do seu maior cliente estando a DHL a realizar a logística e gestão de todo o material que é recebido e consequentemente armazenado e expedido. O sistema de gestão de armazenagem em vigor encontrava-se datado pelo que, foi proposto à DHL a implementação de um novo *Warehouse Management System*, tendo sido escolhido o BlueYonder (sistema internacionalmente adotado pela DHL).

Fui acolhido na equipa de gestão de projetos e integrado no grupo responsável por esta mudança numa altura onde o projeto já ia adiantado estando a sua implementação prevista para o mês de Maio.

## 4.3 Trabalho Realizado na Empresa de Acolhimento

O meu percurso na DHL Supply Chain teve lugar no entreposto do seu maior cliente em Portugal atualmente. Com um armazém com mais de 100 000 m<sup>2</sup> e com um fluxo de expedição que pode chegar às 400 000 unidades por semana, a equipa de gestão de projetos, onde estive inserido, liderou a implementação de um novo *Warehouse Management System*, um desafio de uma envergadura única na área da logística em Portugal.

Comecei no final do mês de Janeiro, numa fase onde o projeto se encontrava numa fase de testes - UAT's - em ambiente controlado de forma a se prepararem e testarem todos os cenários de Receção, B2B, B2C, Expedição e Layout que poderiam vir a acontecer no futuro (Figura 24). O projeto já decorrera à cerca de um ano, tendo já passado, de acordo com a metodologia DePICT, pelas fases de Definição e Planeamento. Quando fui inserido na equipa foi com o principal objetivo de ajudar na fase de Implementação e, acima de tudo, sendo parte integrante do Controlo do projeto, fase do DePICT transversal a todo o projeto. Para tal, foi necessário conhecer de perto todo o armazém e os seus processos.

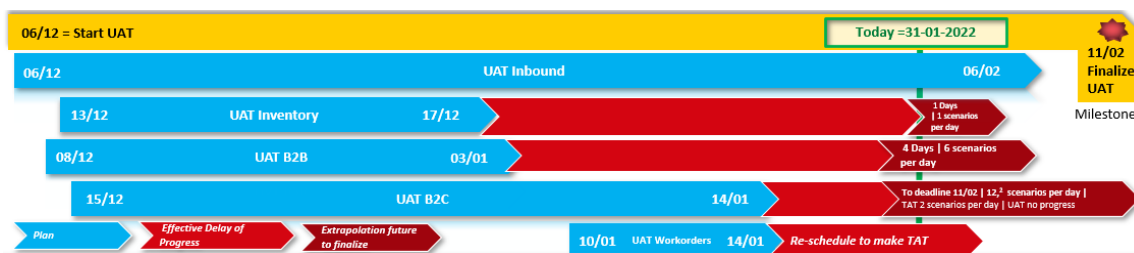


Figura 24 - Calendarização de testes UAT's

O armazém, dividido em duas partes distintas - zona de *racks* e zona de mezzanine - contem cerca de 280 000 localizações possíveis para armazenamento de material.

Após a integração na equipa, fui me também inteirando de todos os processos dentro do armazém. Desde a receção de material à sua expedição, passando pelo aprovisionamento do mesmo, do *picking*, do momento de faturação e ainda da sua colocação nos cais de expedição. No armazém onde estive inserido o material tem dois fluxos distintos próprios: o fluxo direcionado para as lojas, B2B, onde naturalmente o material é expedido em packs ou caixas e ainda o fluxo direcionado ao cliente final, B2C. Para este último, o WMS assim como todo o processo dentro do armazém tem de estar preparado para enviar para o cliente final qualquer tipo de material, desde a mais pequena unidade até, também, grandes quantidades.

O próprio material em armazém apresenta as seguintes características: cada artigo tem um SKU (*Stock Keeping Unit*) próprio sendo que poderá estar embalado em diferentes detalhes (*footprints*), ou seja, um artigo poderá ser armazenado, e conseqüentemente expedido, à unidade, num pack, por exemplo de 3 unidades, ou ainda à caixa. Todas estas condições têm de estar previstas no WMS e responder às necessidades de cada cliente ou loja.

Após me inteirar de todos os processos foi necessário também me inteirar de como o projeto estava a ser controlado. Fui desenvolvendo apresentações semanais para o *Steering* e ainda atualizando *dashboards* em Excel (Figura 25) de forma a controlar a progressão dos testes e ainda o números de *issues* encontrados.



Figura 25 - Dashboard de Controlo de UAT's

Pouco tempo após a minha chegada ao projeto foi desenvolvido um novo *Macro-Plan* com uma nova data de *Go-Live* (data de implementação real do sistema WMS). Este *Macro-Plan* (Figura 26) foi desenvolvido com o intuito de ser possível realizar todos os cenários de testes planeados e ainda resolver todos os *issues* encontrados pelo caminho. Após a finalização dos testes UAT's seria ainda necessário realizar *Stress Tests*, testes *End-to-End* e testes de volume, todos já no terreno e já com os operadores de forma a testar o sistema com mais volume de ordens e materiais, por em prática todas as formações já desenvolvidas com os operadores e verificar todos os processos num cenário já muito perto do real.

Neste novo *Macro-Plan* fiquei responsável por fazer a ponte entre os *Keyusers*, utilizadores especificamente formados para trabalhar com este novo cenário e para acompanhar toda a implementação com a equipa de gestão de projetos - são eles os responsáveis pela realização de todos os testes - e a equipa de IT. Fiquei assim responsável por reportar todos os *issues* encontrados e passar à equipa responsável pela sua resolução. Do mesmo modo, quando necessário retestar algo ou ter alguma informação sobre algum cenário, o IT poderia comunicar comigo para passar a informação aos *Keyusers*. Toda a gestão dos *Issues* estava a ser liderada diretamente pelo IT. Neste momento apenas acompanhava a evolução dos meses, fazendo o seu reporte.

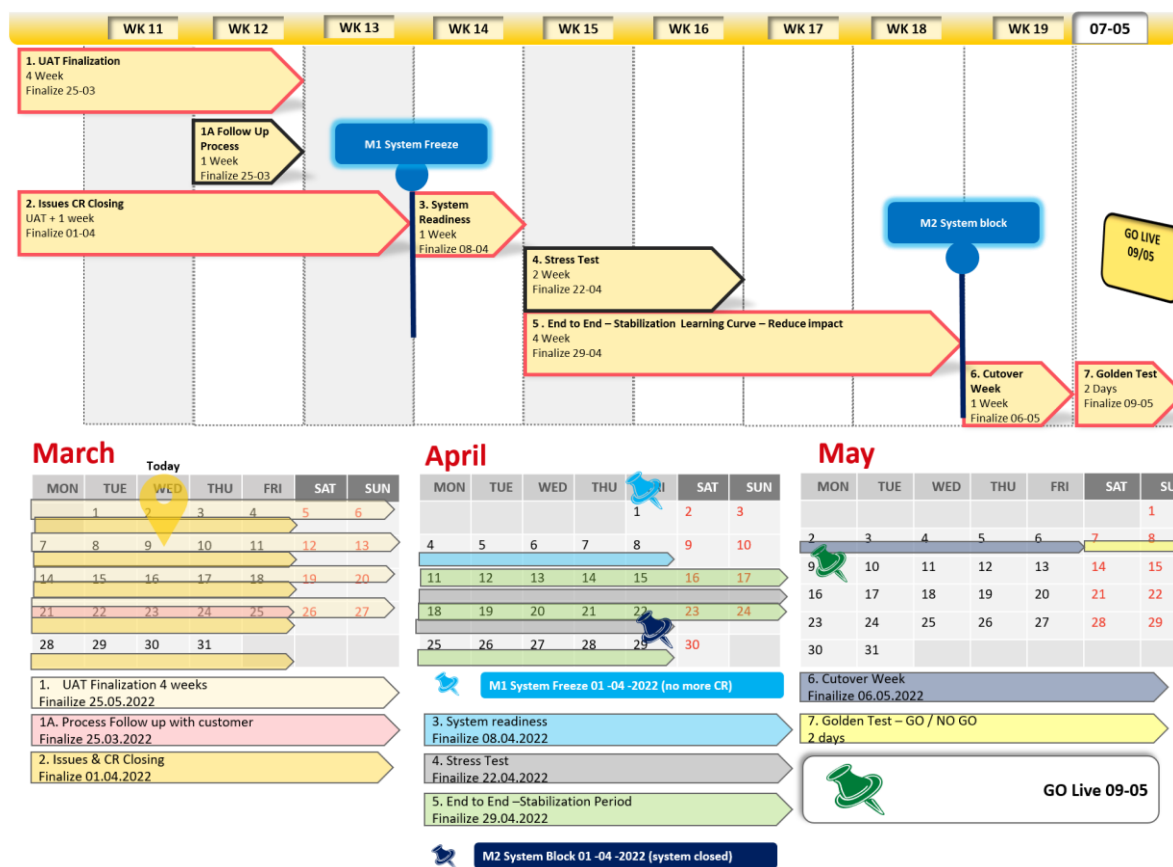


Figura 26 - Novo Macro-Plan de Projeto

Para este efeito desenvolvi um ficheiro Excel e ainda um *dashboard* para melhorar a comunicação e transparência do processo e dos erros detetados. No Figura 27 é possível verificar o ficheiro desenvolvido, com alguns dos *issues* como exemplo, onde, cada *KeyUser* teve acesso e poderia colocar o erro detetado juntamente com todos os detalhes. Em fórum era discutida a criticidade do *issue*, a sua prioridade ou se era apenas um *Change Request* (uma mudança que visa melhorar o processo). De seguida era colocado o responsável do IT pela resolução daquele *issue* e ainda o estado do mesmo. O *issue*, posteriormente, era colocado por mim na plataforma JIRA com todos os detalhes sobre o mesmo de forma a que o IT soubesse exatamente quem deveria de ser a melhor pessoa para o resolver. O link do mesmo, na plataforma JIRA, era colocado numa coluna para todos terem acesso. De forma a controlar o número de dias para a resolução dos *issues* e a evolução dos mesmos foram ainda detalhados detalhes como data de criação, data de envio para o IT, estado do *issue* e data de resolução. Foi ainda dada uma formatação condicional conforme o tipo de *issue* e a sua criticidade.

#	Iniciado por:	Phase	Topic	WorkStream	Detail Issue	Data	Print Screen	Traca	Observações	Urgency	Criticality	Enviado/Processado	Data emitida	Status	Data de resolução	Comentários	JIRA Task	Observações		
172	Jonathan Silva	Keyvers	Outbound B2B		Lancamento de tarefa B2B Manual no APS, todos as tarefas a ficar com o mesmo ID.	4/10/2022	Sim	Traca: Dia 04/10 13:36 - 14:00	Manter com quantidades pequenas melhor que sempre no lançamento. Se a quantidade for alta não se deve lançar.	Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	04/10/2022	Resolvido	04/10/2022	Configurar tarefa.				
173	Jonathan Silva	Keyvers	Outbound B2B		Tarefa de rack a ficar com PCK 037	4/10/2022	Sim	Traca P: Dia 04/10 15:27 - 15:30		Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	04/10/2022	Resolvido	07/10/2022	Configurar tarefa.	ISSUE-354			
174	Jonathan Silva	Keyvers	Outbound B2B		Tarefa de Trolley B case, não conseguimos iniciar as tarefas. Pode as DPL, depois fazemos o refresh da tarefa e depois as tarefas.	4/10/2022	Sim	Traca 2022-09-04 15:30 - 16:00 WORKFLOW 2022-09-04	Wave: 000003346	Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	04/10/2022	Resolvido	08/10/2022	A tarefa já sempre a iniciar, de momento já não.	ISSUE-356			
175	Sérgio Correia	Keyvers	Outbound	Label	Alteração etiqueta P&B - Alterar o nº de linha, adicionar o Nome do cliente final adicionado a 4 de dígitos do cliente adicionado (0100 010).	7/10/2022	Sim			Urgente Defeito	Alta		07/10/2022	Aberto			ISSUE-357			
176	Zaida Costa	Keyvers	Inbound		Investigar no FTEG no momento mesmo a opção "Sub com manual"	8/10/2022	Sim		Investigar quando vai acontecer esse tipo de erro e depois fazer o refresh da tarefa.	Urgente Defeito	Alta		08/10/2022	Aberto			ISSUE-358			
177	Jonathan Silva	Keyvers	Outbound		Tarefa de P&B / ATU / DMF não está a ser etiquetada. wave: 000003352 / 100 078	8/10/2022	Não	2022-09-07 08:15 - 08:30 WORKFLOW 2022-09-07	Work Assignment Rules: WA-B2B-L07-EA	Urgente Defeito	Média	Luís Junior	08/10/2022	Resolvido	16/10/2022			ISSUE-359		
178	Carlos Alves	Keyvers	Outbound		Página de Monitor Manutenção - Nome das colunas não correspondem a P&B de B2B	8/10/2022	Sim (1)			Urgente Defeito	Média	Luís Junior	08/10/2022	Resolvido	15/10/2022			ISSUE-360		
179	Carlos Alves	Keyvers	Outbound	Blue Yonder	Se fazemos cancel work no work queue, as tarefas ficam undirected	11/10/2022	Sim (1)			Urgente Defeito	Média		11/10/2022	Aberto				ISSUE-361		
180	Ana Lopes	Keyvers	Outbound	Blue Yonder	Etiquetas de tarefa e de identificação das caixas de P&B sem apenas o código da etiqueta B2B	11/10/2022	Sim		PELTESTE LOG	Urgente Defeito	Média		11/10/2022	Aberto				ISSUE-362		
181	Vernessa Silva	Keyvers	Outbound B2C	Blue Yonder	Tarefa de rack não está a ser etiquetada	14/10/2022	Não	TRACED LOG / Traca: 000003358	wave UAT_36.13 / Wave UAT_36.1*	Urgente Defeito	Alta	Sébastien Spillmann	14/10/2022	Aberto				ISSUE-363		
182	Carlos Alves	Keyvers	Inbound	Report	Report com dados incorretos: "Error report" sobre transportadoras - Mostra medidas de caixa, altura e nº. Mostrar apenas com todos os dados P&B. Não se deve mostrar o cancel work com o equipamento "VNT AUGUST". Não se deve mostrar o cancel work com o equipamento "VNT AUGUST". Não se deve mostrar o cancel work com o equipamento "VNT AUGUST".	14/10/2022	Sim (2)			Urgente Defeito	Alta		14/10/2022	Aberto				ISSUE-364		
183	Ana Lopes	Keyvers	Outbound B2B		Apresentar tarefa de rack não está a apresentar o código de barras e o código de barras não está a ser atualizado.	14/10/2022	Sim	2022-09-14 14:15 - 14:30 WORKFLOW AUGUST-14	WAVE_T1_CASEPICK	Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	14/10/2022	Resolvido	15/10/2022			ISSUE-365		
184	Ana Lopes	Keyvers	Outbound B2B	Blue Yonder	Apresentar tarefa de rack não está a apresentar o código de barras e o código de barras não está a ser atualizado.	14/10/2022	Sim	2022-09-14 14:15 - 14:30 WORKFLOW AUGUST-14	WAVE_T1_CASEPICK	Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	14/10/2022	Resolvido	15/10/2022			ISSUE-366		
185	Diánilo Soares	Keyvers	Outbound B2B		Tarefa de P&B P&B não apresenta o código de barras e o código de barras não está a ser atualizado.	15/10/2022	Sim		WAVE_T1_CASEPICK	Urgente Defeito	Alta	Luís Junior	15/10/2022	Resolvido	15/10/2022			ISSUE-367		
187	Carlos Alves	Keyvers	Inbound	Blue Yonder	Ciclo Audit/Code no CI - Se possível, mostrar apenas em que equipamento a Monitorizar apenas a unidade	15/10/2022	Sim (2)			Urgente Defeito	Média		15/10/2022	Aberto				ISSUE-368		
188	Carlos Alves	Keyvers	Inbound	Blue Yonder	Ciclo Audit/Code no CI - Se possível, mostrar apenas em que equipamento a Monitorizar apenas a unidade	15/10/2022	Não			Urgente Defeito	Média		15/10/2022	Aberto					ISSUE-369	
189	José Mendes	Keyvers	Outbound	DHL Unit	AT Codes when there isn't a code per file received. CIC Code only when the file AT code	15/10/2022	Não			Urgente Defeito	Média	Luís Junior	15/10/2022	Aberto					ISSUE-370	
190	Diánilo Soares	Keyvers	Outbound B2C	Blue Yonder	Quando tiramos o material, as etiquetas das transportadoras na opção de volume tem que ser como por ex: 200, 210	15/10/2022	Sim			Urgente Defeito	Média		15/10/2022	Aberto					ISSUE-371	
191	Jonathan Silva	Keyvers	Outbound	SmartScanner	Adicionar todas as tags de impressão nos equipamentos SmartPrint	16/10/2022	Sim	2022-09-15 14:01 - 14:05 WORKFLOW 2022-09-15	Order: 000003363	Urgente Defeito	Média		16/10/2022	Aberto					ISSUE-372	
192	Carlos Alves	Keyvers	Outbound	SmartScanner	SmartScanner - Se tiramos o mesmo tipo de tarefa em vários pontos, o transportador não tem que mostrar a quantidade de transportadores em apenas um ponto. Se tiramos o mesmo tipo de tarefa em vários pontos, o transportador não tem que mostrar a quantidade de transportadores em apenas um ponto. Se tiramos o mesmo tipo de tarefa em vários pontos, o transportador não tem que mostrar a quantidade de transportadores em apenas um ponto.	16/10/2022	Não			Urgente Defeito	Alta	Diogo Mendes	16/10/2022	Aberto					ISSUE-373	
193	Diánilo Soares	Keyvers	Inbound	Blue Yonder	mensagem "Print de erro" em vez de "OK"	16/10/2022	Sim			Urgente Defeito	Baixa		16/10/2022	Aberto					ISSUE-374	

Figura 27 - Folha Excel de apoio ao Dashboard de Controlo de *Issues*

Toda esta informação era posteriormente condensada num *dashboard*, Figura 28, que, diariamente, foi enviado para os mais altos responsáveis da DHL Portugal e Ibéria. Apesar deste *dashboard* só ter sido desenvolvido no mês de fevereiro, foi tido em conta um outro ficheiro já existente apenas com o número de *issues* detetado para a apresentação do histórico de *issues* desde Outubro do ano anterior.

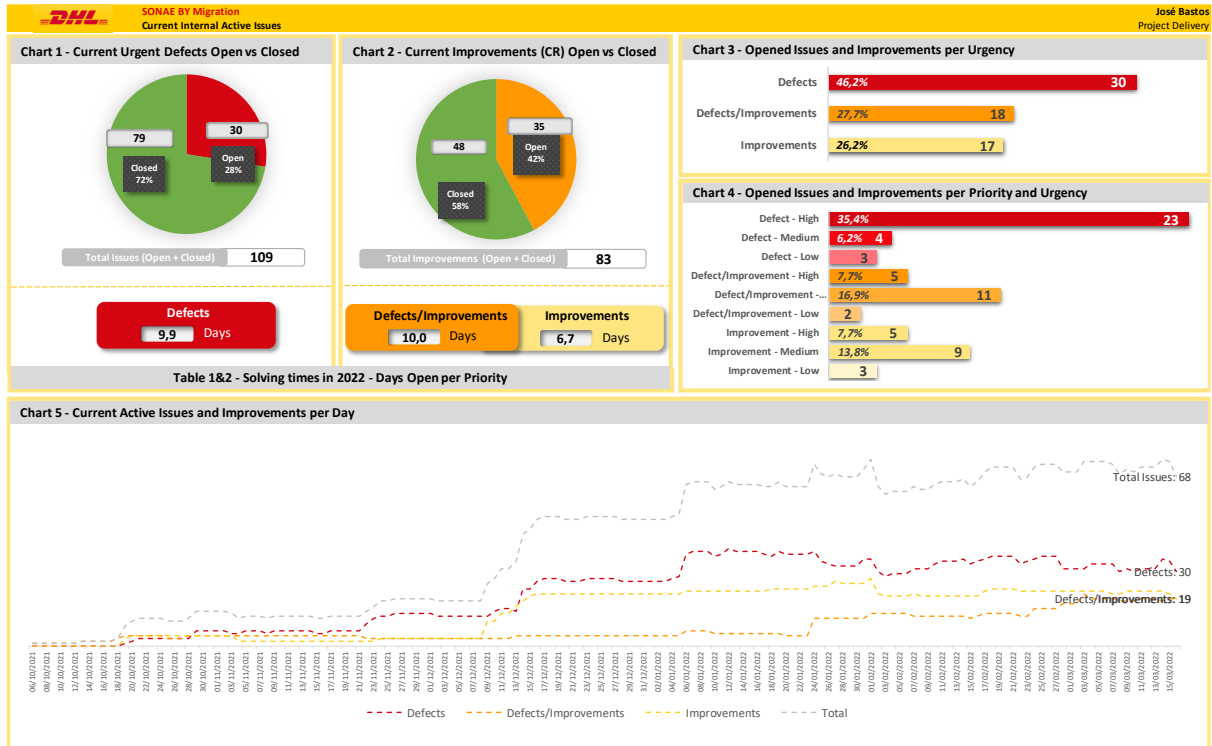


Figura 28 - Dashboard Desenvolvido para Controlo de *Issues*

Após a oportunidade de melhoria identificada e o devido trabalho feito para solucionar o problema, na fase de implementação do novo WMS, ou seja, na transição entre sistemas fui

também responsável pela gestão de todo o stock do armazém assim como definição de todas as localizações no novo WMS. Ao todo, foi necessário configurar 280 000 localizações e ainda carregar cerca de 8 milhões de unidades no novo sistema, com configurações, *footprints* (configurações de cada artigo) e detalhes que tiveram de ser ajustados a uma nova realidade de funcionamento do armazém.

### 4.3.1 Oportunidade de Melhoria Identificada

Como referido, uma das tarefas predominantes do estágio foi o controlo dos *issues* na fase de UAT's. Neste trabalho de acompanhamento e ligação entre os *Keyusers* e a equipa de IT foi cada vez mais notória a falta de organização e de gestão da resolução dos problemas por parte da equipa de IT. Com a data de *Go-Live* cada vez mais próxima apresentei ao meu orientador responsável pela equipa de gestão de projetos uma interpretação da possível solução para minimizar ao máximo o número de *issues* ativos na data de *Go-Live*.

Esta nova abordagem teve como base o facto de cada membro da equipa de IT não ter um *issue* atribuído mas sim vários, sem criticidade de resolução e sem saberem ao certo quais deveriam de priorizar. Do mesmo modo a comunicação entre a equipa e a entejuda era pouca pois, com cada membro no seu país e sem uma reunião diária sobre este projeto, tornou se pouco claro e transparente o trabalho de cada membro e as possíveis dúvidas existentes.

Deste modo, foi sugerido a criação de uma reunião diária moderada por mim e onde, na mesma, cada *issue* seria abordado e cada membro faria uma atualização sobre o estado da sua resolução. Ainda nesta nova abordagem, de forma a serem focados os *issues* críticos que teriam necessariamente de ser resolvidos antes da implementação real, foram estabelecidos novos critérios de criticidade e prioridade com base no facto de serem ou não problemas que impediriam a implementação do WMS. Após a análise e revisão de todos os *issues* abertos anteriormente, tornou-se claro que cada membro da equipa de IT deveria de ter apenas dois *issues* críticos para a sua resolução e que estes deveriam de ser atribuídos de acordo com a área de especialização de cada. Com base nisto e devido ao facto de eu já estar a fazer esta ponte entre as equipa há algum tempo, foi determinado que seria eu a pessoa responsável pela atribuição de cada problema a um membro da equipa de IT. Foi ainda decidido que a melhor maneira de o fazer seria através da plataforma JIRA. Na mesma, seria posto em prático um sistema Pull juntamente com os Kanbans já anteriormente referidos da plataforma. Ou seja, após a solicitação de abertura de *issue* por parte de um *Keyuser* no ficheiro Excel anteriormente apresentado, o mesmo era aberto por mim na plataforma JIRA e atribuído à pessoa responsável pela gestão de recursos, neste caso, a mim próprio. Cada utilizador só deveria de ter assim

dois *issues* críticos para resolução e, apenas após a resolução de algum deles, deveria de ser libertado algum dos *issues* em meu nome para esse membro da equipa de IT.

Com esta medida, cada membro da equipa esteve focado apenas num ou dois *issues* de cada vez, aumentando a sua produtividade e, com o facto da atribuição dos mesmos ser feita não de modo aleatório mas de acordo com a área de especialização de cada um, o tempo de resolução de cada *issue* baixou consideravelmente e conseguiu-se passar de um total de 23 *issues* críticos para 0 em 6 semanas (Figura 29).

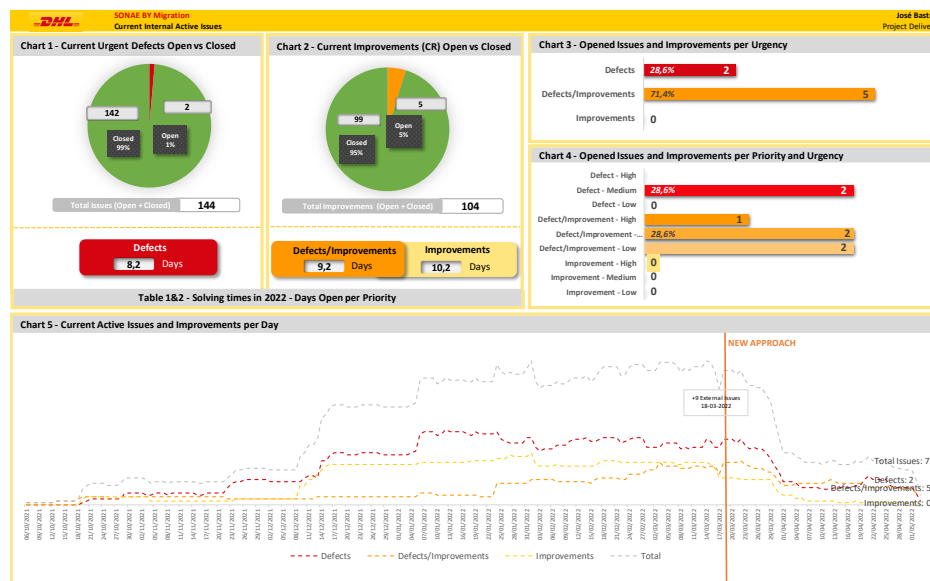


Figura 29 - Dashboard Após Melhoria

## 4.4 Aplicação do Modelo Metodológico CCPM-Agile

O caso de estudo partiu exatamente da oportunidade de melhoria previamente identificada. Foi aplicada uma metodologia Agile com base na plataforma JIRA e nos Kanbans proporcionados pela plataforma. No entanto, e de forma a proporcionar uma base de análise e estudo para o futuro foi, de modo ilustrativo, abordado também o tema com base na metodologia híbrida CCPM-Agile. Esta análise tem como base todas as atividades, ou seja, problemas identificados pelos *keyusers* para resolução, à data de 21 de março de 2022 e ainda todos os erros, *issues*, que entretanto foram surgindo. Tentará dar resposta à necessidade de planeamento de um projeto de resolução de *issues* que, em qualquer projeto na indústria logística surge com criticidade máxima para o projeto de implementação onde está inserido ter sucesso. Utilizando desta forma a metodologia híbrida CCPM-Agile será analisada a possibilidade de melhor prever e antecipar as datas de resolução, prever atrasos e contemplar margens de

segurança para que, na data proposta de total resolução não haja mesmo qualquer atividade de resolução pendente.

Proceder-se-á, em seguida, à aplicação da metodologia proposta no Capítulo 3 ao projeto em análise para resolução dos *issues* encontrados na fase de UAT's na implementação de um WMS na DHL Supply Chain.

#### 4.4.1 Fase 1: Calendarização do Projeto

Nesta primeira fase serão apresentadas as Etapas de 1 a 7, executadas para a obtenção da calendarização de projetos de acordo com os princípios CCPM, adotando a SMC, para posterior comparação entre o previsto de acordo com esta metodologia e a forma como foi resolvida na realidade.

##### 1. Construção da Rede do Projeto

A construção da rede de projeto foi, então, efetuada com recurso ao software Microsoft Project, sendo que se teve em conta, para a preparação do plano de resolução de *issues*, todos os *issues Defects*, ou seja, críticos para o *Go-Live*, abertos à data de 20 de Março de 2022. Para esta aplicação da proposta metodológica apenas se tiveram em conta os problemas que efetivamente levariam, caso não se resolvessem, a uma situação crítica no projeto que não poderia ser implementado. Ficaram assim de fora os pedidos de melhoria, *Change Requests*.

##### 2. Estimativa das Durações das Atividades

De forma a estimar a duração de cada atividade, foi recolhida a informação do processo utilizado e descrito anteriormente na secção 4.3.2. Na reunião diária com a equipa de IT, cada membro da equipa partilhou a sua estimativa de tempo de resolução do problema atribuído. Os mesmos tempos foram discutidos entre a equipa de gestão de projetos e chegou-se ao melhor compromisso válido para todos. Estes tempos foram agora utilizados para a estimativa das durações das atividades na metodologia híbrida CCPM-Agile. Foram assim considerados como durações pessimistas as durações indicadas por cada membro da equipa de IT e, como duração otimista, a mesma duração de cada atividade menos 1 dia.

##### 3. Resolução dos Conflitos entre Atividades por Recurso

Os conflitos das atividades pelos recursos identificados nos projetos no projeto foram solucionados através da introdução de precedências entre as atividades que, por adiamento ou antecipação do início de uma ou mais atividades em conflito, resultaram no nivelamento da carga. Cada recurso só poderia ter um *issue* crítico para resolução de cada vez. Assim, obteve-se a calendarização inicial do projeto - Figura 30.

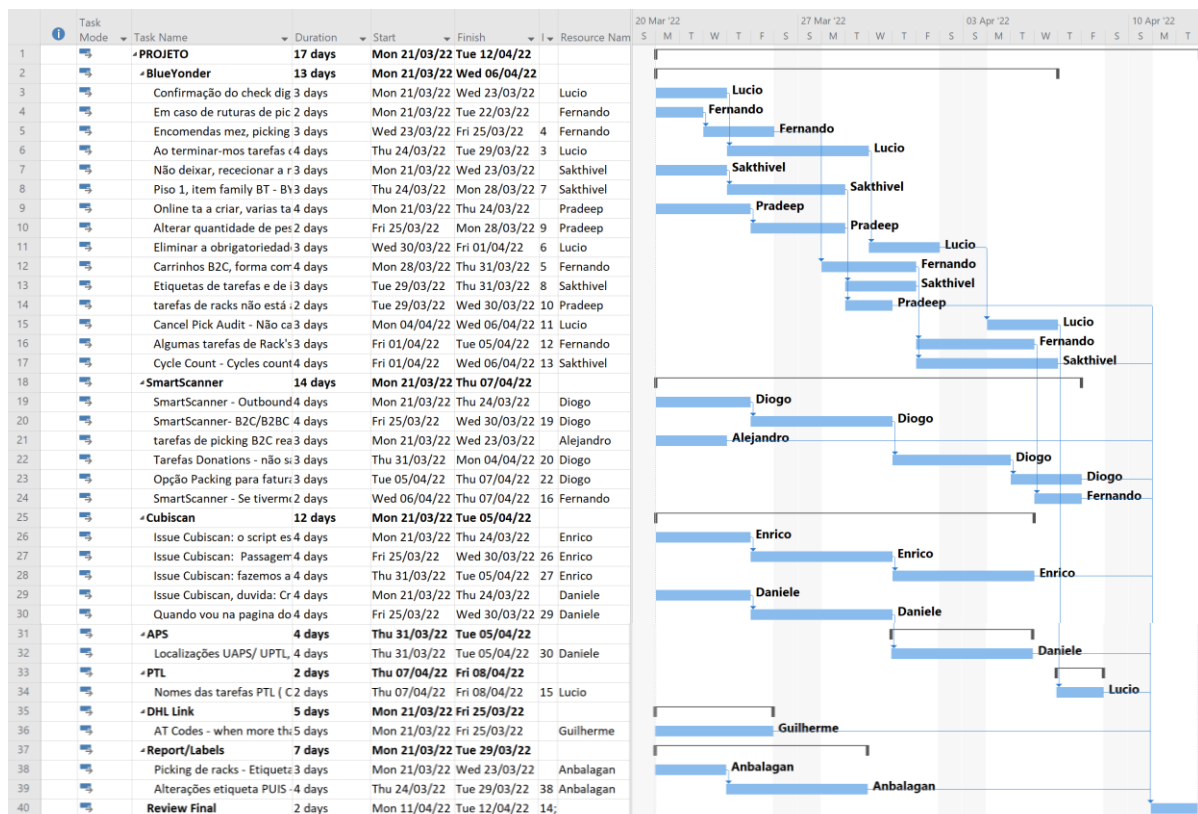


Figura 30 - Calendarização Inicial do Projeto

#### 4. Identificação da Cadeia Crítica

A cadeia crítica, identificada pelo *software ProChain* corresponde à cadeia de atividades mais longa do projeto após a eliminação dos conflitos existentes entre as atividades pelos recursos, corresponde ao caminho vermelho no Diagrama de *Gantt* (Figura 31). Adicionalmente, foi introduzida a PB no final da cadeia crítica.

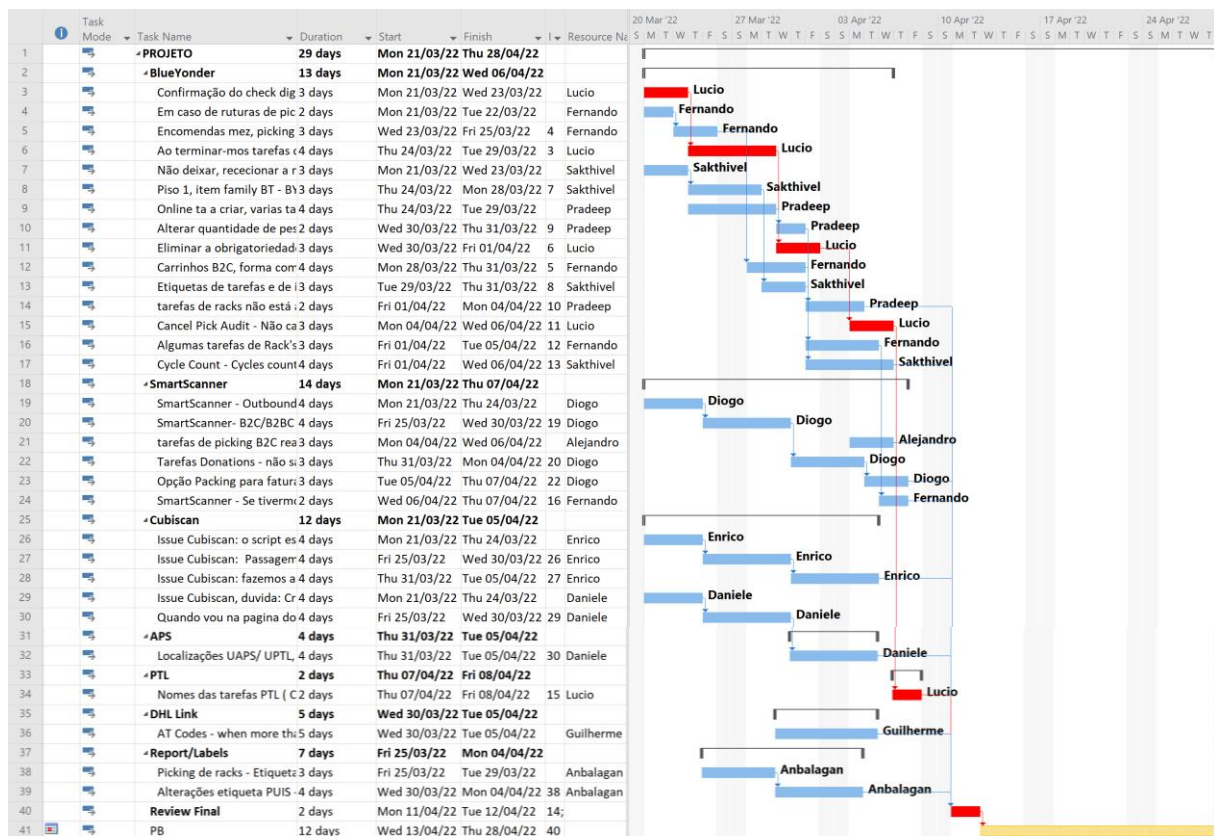


Figura 31 - Cadeia Crítica do Projeto

## 5. Inserção de Reservas Nulas

As FB foram introduzidas sempre que uma cadeia não crítica do projeto alimentou a cadeia crítica, prevenindo, deste modo, que atrasos na concretização das cadeias não críticas prejudicassem a duração total do projeto.

## 6. Dimensionamento das Reservas

Após a introdução das reservas na rede de projeto, procedeu-se ao seu dimensionamento. Visto que em CCPM as durações das atividades seguem uma função de probabilidade, para a determinação da dimensão das reservas de tempo através da aplicação da SMC, foram atribuídas às durações alvo distribuições triangulares (Figura 32). Para este efeito, recorreu-se às durações otimista, mais provável e pessimista previamente estimadas para cada atividade.

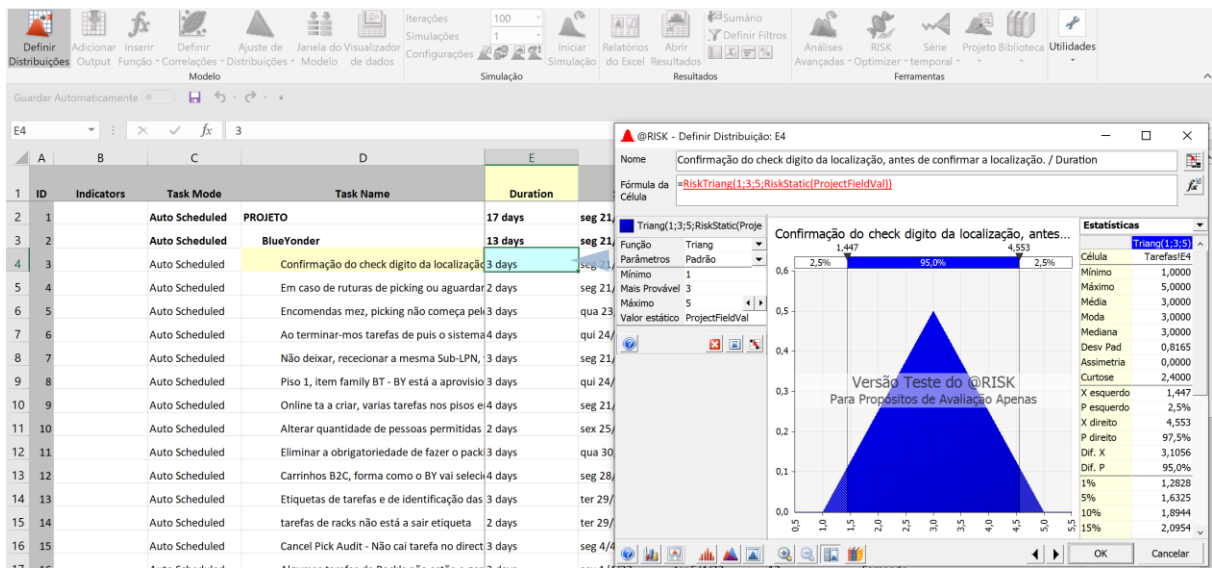


Figura 32 - Aplicação da Distribuição Triangular

Seguidamente, foram definidos os pontos de interesse a simular (Figura 33), ou seja, as datas de fim das atividades antecedentes às reservas nulas obtidas através do *ProChain*.

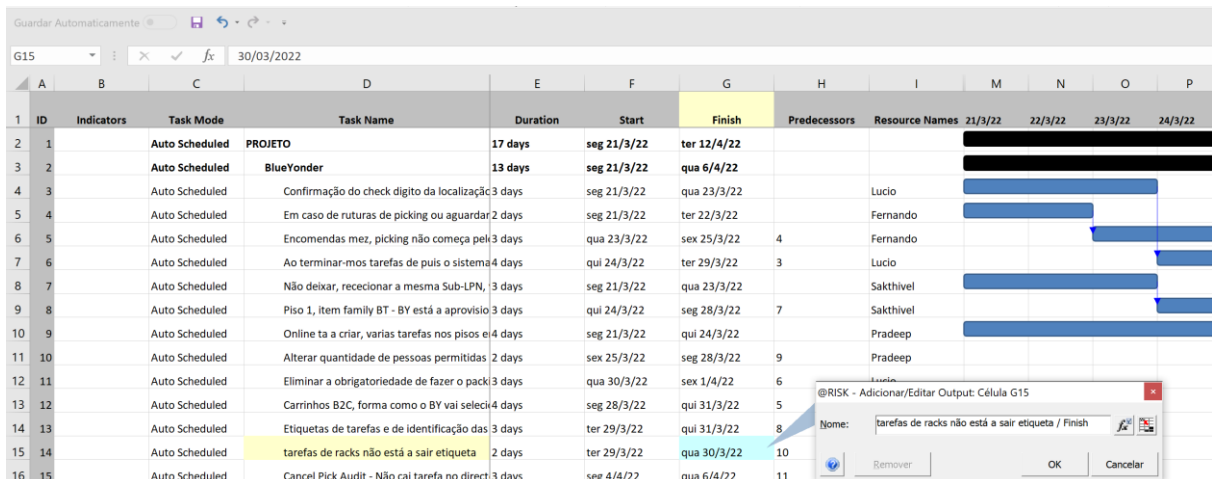


Figura 33 - Definição dos Pontos de Interesse a Simular

A simulação nesses pontos (Figura 34 e Anexo A.2) permitiu obter as datas de fim das atividades em questão com uma confiança de 95% ( $D_{95\%}$ ).

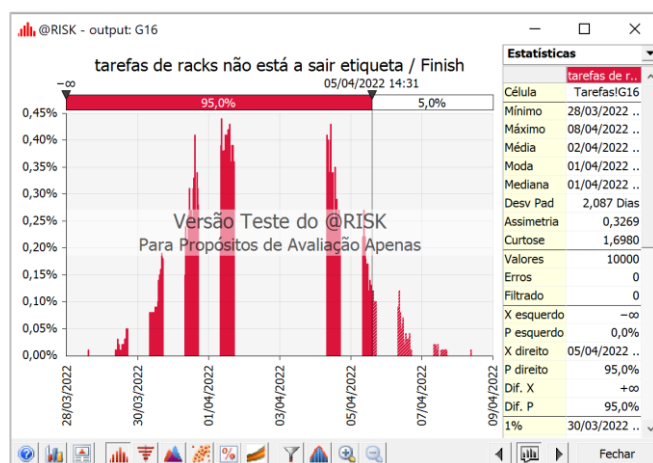


Figura 34 - Simulação de Monte Carlo para as Atividades do Recurso Pradeep (Ex.)

A dimensão das reservas corresponde ao resultado da diferença entre essas datas e a data inicialmente prevista para a concretização da atividade - Tabela 5.

Tabela 5 - Dimensão das Reservas

Atividade/Recurso	D95%	Data Mais Provável ( D' )	D95% - D' (Dimensão da Reserva em Dias Úteis)
Alejandro	28/03/2022	24/03/2022	2
Anbalagan	01/04/2022	30/03/2022	2
Daniele	11/04/2022	06/04/2022	3
Diogo	13/04/2022	08/04/2022	3
Enrico	11/04/2022	06/04/2022	3
Fernando	14/04/2022	08/04/2022	4
Guilherme	30/03/2022	28/03/2022	2
Pradeep	05/04/2022	31/03/2022	3
Sakthivel	12/04/2022	07/04/2022	3
Projeto Completo	20/04/2022	13/04/2022	5

Como é possível verificar pela Figura 30 a atividade crítica de "Review Final" tem data inicial de 12/04/2022 pelo que, com o dimensionamento proposto através da Simulação de Monte Carlo para as reservas dos caminhos não críticos associados ao Diogo, Fernando e Sakthivel iriam incidir sobre esta atividade crítica. Deste modo, as reservas (FB's) foram dimensionadas até à data limite de 10/04/2022 e, de modo a garantir e a manter uma confiança na execução de todas as atividades de 95%, o restante do FB de cada um dos caminhos não críticos foi agregado à PB final, tal como explicado na secção 2.4.3.5.

## 7. Inserção das Reservas Dimensionadas e ReCalendarização do Projeto

As reservas de tempo nulas alocadas pelo *ProChain* foram igualadas aos valores da Tabela 5. De modo a não ser feita nenhuma alteração à cadeia crítica e visto que o projeto

também não poderia ter uma data inicial anterior à prevista, as FB's de dimensão superior à folga entre a última atividade do caminho não crítica e a cadeia crítica, foram reajustadas à dimensão da folga sendo o restante da reserva adicionado à PB final (Figura 35).

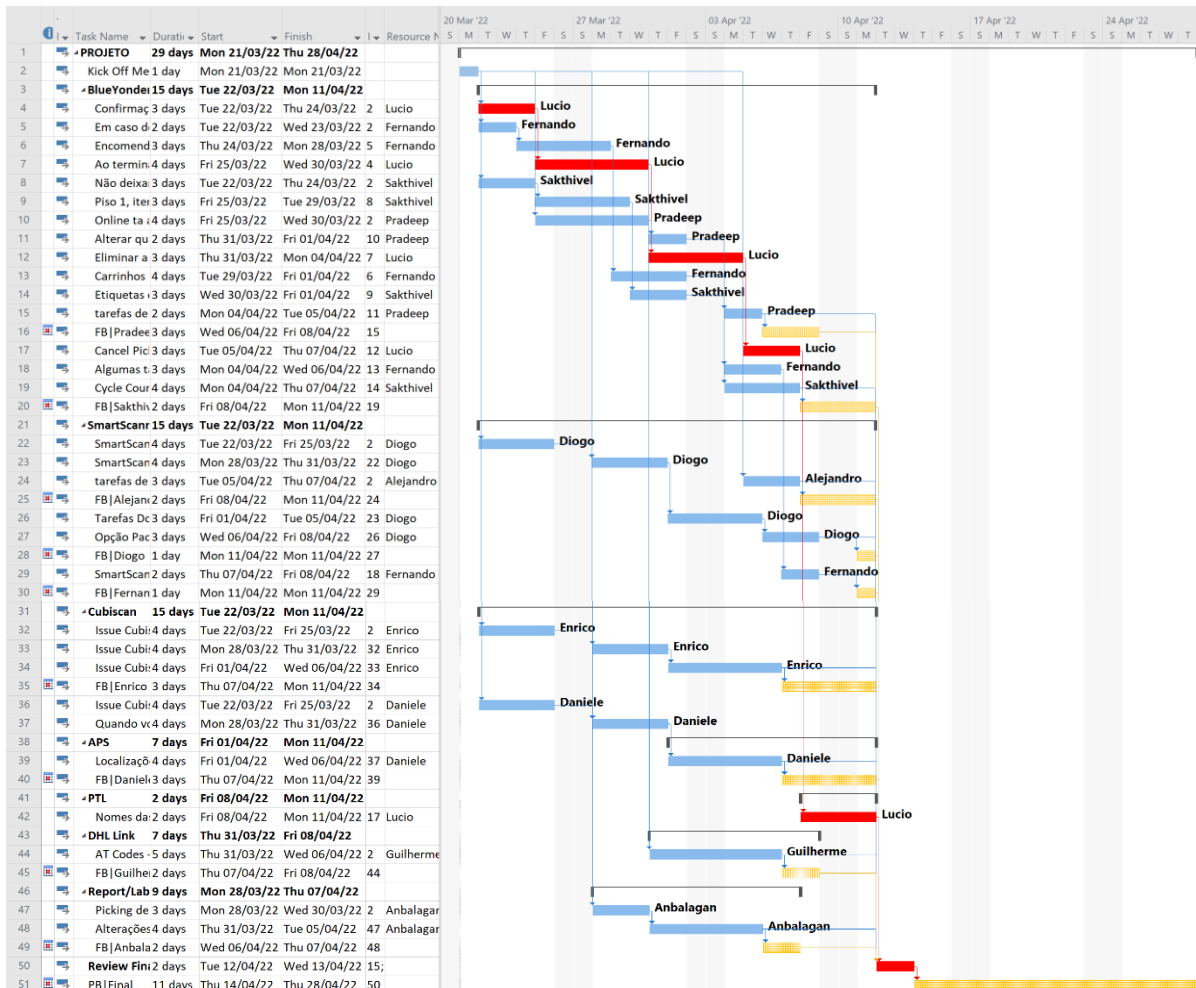


Figura 35 - Projecto Recalendarizado após inserção das Reservas

## 4.4.2 Fase 2: Implementação das atividades com base na Metodologia Agile

### 1. Definição das Atividades

Após a calendarização do projeto e de forma a atribuir as atividades, juntamente com todos os detalhes, a cada recurso é sugerida a utilização da plataforma JIRA. Na plataforma foi então necessário designar o projeto, o tipo de *issue task* a desenvolver, colocar um título e ainda detalhar tudo o que se pretende com aquela atividade ou, neste caso, o que se pretende ver resolvido (Figura 36).

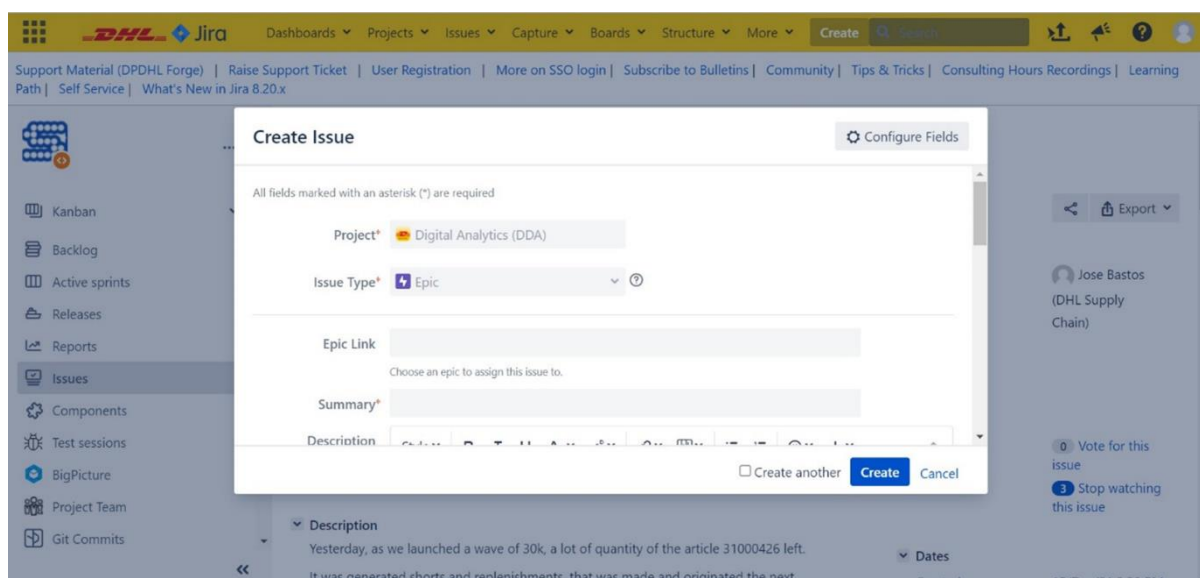


Figura 36 - Definição das Atividades (JIRA)

## 2. Atribuição das Atividades

Após a criação da atividade ou mesmo no momento de criação da mesma poder-se-á atribuir desde logo o recurso pelo qual a atividade deverá de ser resolvida ou executada (Figura 37). Neste caso de estudo e visto que os caminhos de atividades foram estabelecidos com base nos recursos disponíveis atribui-se, logo à partida todas as atividades que o recurso irá desenvolver. Será importante, de forma a que seja respeitada a calendarização previamente estabelecida, dar prioridades a cada atividade de forma a que o recurso inicie o seu trabalho pela atividade correta.

No caso de aparecem novas atividades, resultantes de *issues* que, entretanto, surjam, estas deverão de ser analisadas pelo gestor de projeto e alocadas de acordo com a reserva disponível de cada recurso. Este deverá ainda incorporá-la na rede de projeto tendo sempre como objetivo a não alteração da data final do mesmo.

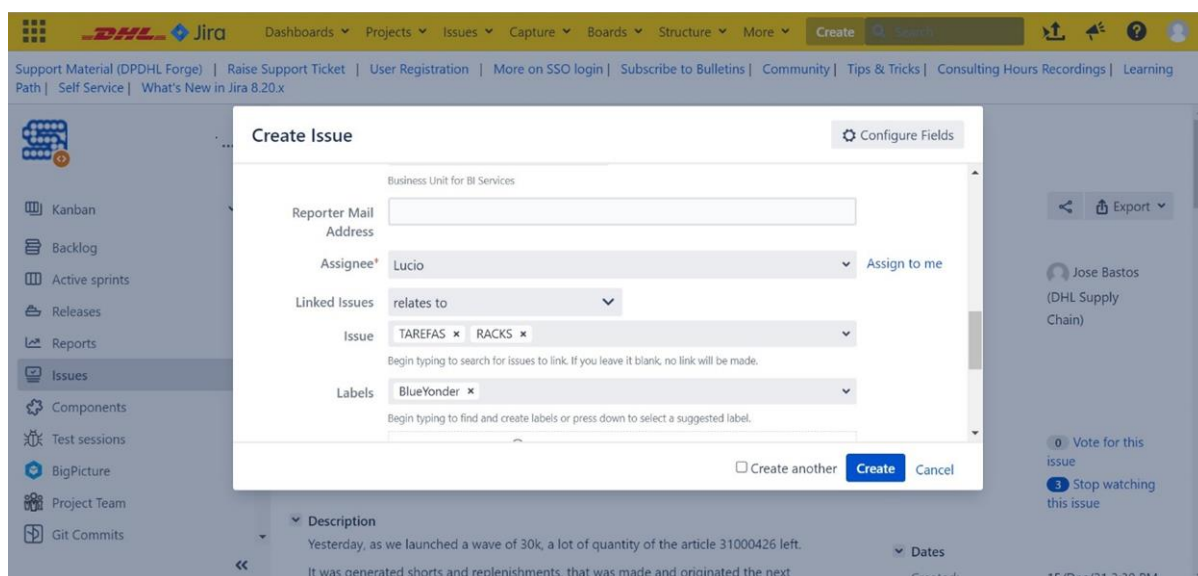


Figura 37 - Atribuição de Atividades (JIRA)

### 3. Acompanhamento de cada atividade (Kanban)

De forma a verificar a atribuição de cada atividade, no quadro geral da plataforma, selecionando o recurso que se pretende acompanhar, poder-se-á verificar as atividades atribuídas, alterar os detalhes e ver ainda o estado de cada atividade que, quando são criadas e atribuídas se encontram automaticamente na fase "To Do" do quadro Kanban (Figura 38).

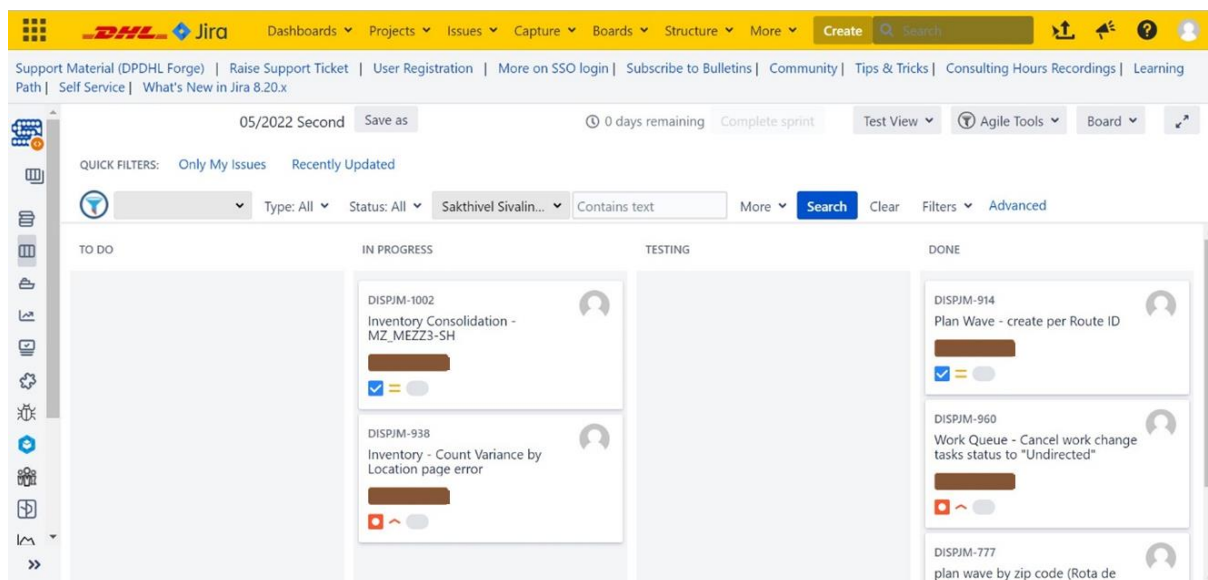


Figura 38 - Acompanhamento de Atividades (JIRA)

### 4.4.3 Fase 3: Monitorização do Progresso do Projeto

1. Análise das Condições Iniciais e Estabelecimento dos Critérios e *Dashboards* de Análise

De forma a monitorizar o projeto foram estabelecidos os seguintes quadros de análise:

- Microsoft Project - *Fever Chart* (Figura 39) e *Time Chart* (Figura 40);
- Plataforma JIRA - Kanban Board;
- Microsoft Excel - *Dashboard* de apoio ao projeto.

Os dois *charts* poderão ser retirados do *Microsoft Project* a qualquer altura do projeto assim como, na plataforma JIRA, poderá ser visualizado a qualquer momento do projeto o estado detalhado de cada atividade, por recurso ou de forma geral de todo o projeto.

Por outro lado, de forma a dar expressão aos números e para reporte superior do projeto foi desenvolvido um *dashboard* em *Microsoft Excel* (Figura 43) com a informação referente ao estado de resolução dos *Issues*. Tendo como base uma folha de *Excel* que poderá ser exportada a partir de *Microsoft Project* com todas as atividades, poder-se-á ainda acrescentar dados como "Urgência" ou "Prioridade", uma coluna com as tarefas JIRA associadas e ainda uma coluna com as datas de fecho reais de cada atividade do projeto.



Figura 39 - *Fever Chart* Inicial de Projeto

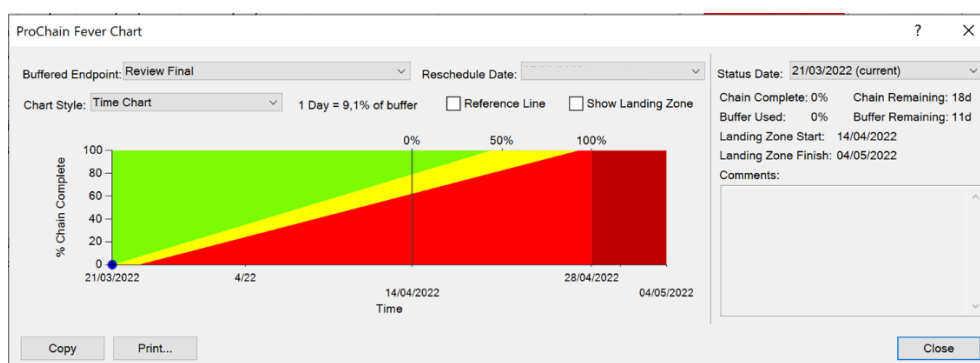


Figura 40 - *Time Chart* inicial de Projeto

## 2. Definição dos Momentos de Reporte do Progresso do Projeto

Devido ao facto de este projeto ser crucial para a implementação do WMS na DHL Supply Chain e, também, devido ao facto de serem atividades de curta duração pré-estabeleceu-se como momento de reporte uma reunião diária onde, para além de cada membro reportar ao gestor do projeto o estado da sua atividade poderá também colocar dúvidas para todos os envolvidos e, dessa forma, haver entreaajuda entre todos.

## 3. Reporte do Progresso do Projeto e Atualização da Calendarização

Após os momentos de reporte deverá ser atualizada a calendarização do projeto no Microsoft Project. Devido a este caso de estudo ser ilustrativo de como se poderia enfrentar o projeto pondo em prática o modelo metodológico CCPM-Agile, de forma a se visualizar o devido acompanhamento de um projeto e o desenvolvimento do mesmo foram idealizados 2 cenários para o mesmo:

- O primeiro, com a data de 01/04/2022 onde, com algumas tarefas já finalizadas e apenas com ligeiros atrasos o projeto se encontra dentro dos parâmetros projetados - Anexo A.3 (Figura 50);
- O segundo, com a data de 11/04/2022 onde, várias tarefas se encontram com atrasos relativamente à sua calendarização e será necessário perceber como isso se reflete nos diferentes gráficos de análise e como um gestor de projeto deverá proceder a partir desse ponto - Anexo A.3 (Figura 51).

## 4. Monitorização, Acompanhamento e Visualização do Estado do Projeto

Como referido anteriormente, pretende-se analisar os dois cenários do projeto onde foi aplicado o modelo metodológico CCPM-Agile.

No primeiro cenário, à data de 01/04/2022, os *Fever* (Figura 41) e *Time Charts* (Figura 42) apresentavam-se ambos na sua zona amarela que corresponde a uma zona de prevenção. Nesta fase poderá ser necessário desenvolver planos de contingência como, por exemplo, alocar mais recursos ao projeto.



Figura 41 - Fever Chart a 01-04-2022

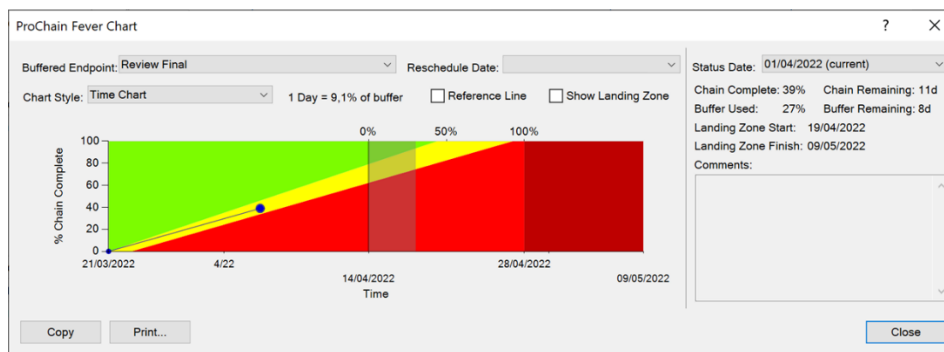


Figura 42 - Time Chart a 01-04-2022

Para este cenário, e com base na folha de *Excel* em Anexo A.4 (Figura 52), o *Dashboard* o projeto, Figura 43, teria o seguinte aspeto:

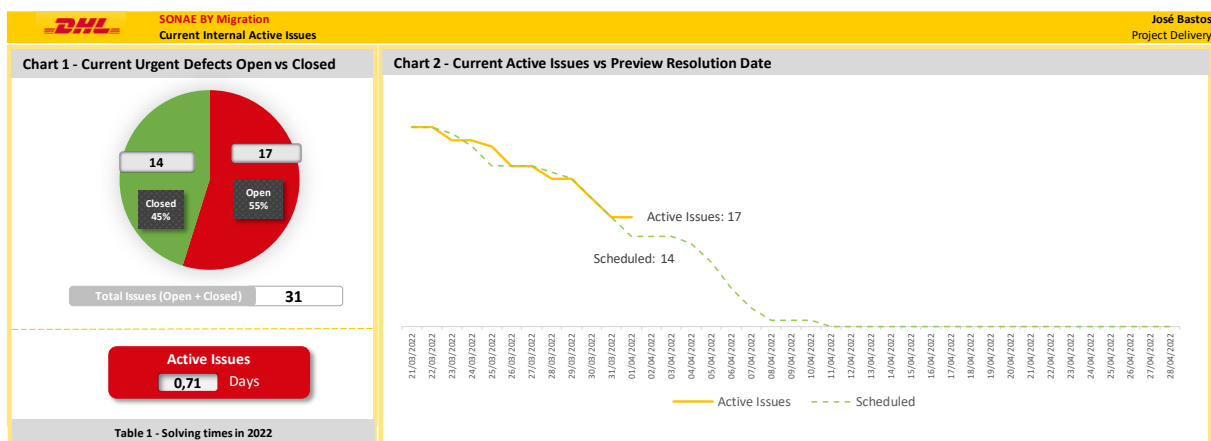


Figura 43 - Dashboard a 01-04-2022

No segundo cenário, à data de 11/04/2022, os *Fever* (Figura 44) e *Time Charts* (Figura 45) apresentavam-se ambos na sua zona vermelha, sendo necessário para estes casos, tomar medidas anteriormente definidas pelo plano de contingência, de forma a reduzir o consumo das reservas. Poderá ser necessário recalendarizar o projeto, alterar a alocação de recursos ou mesmo, em último caso, estender o mesmo.

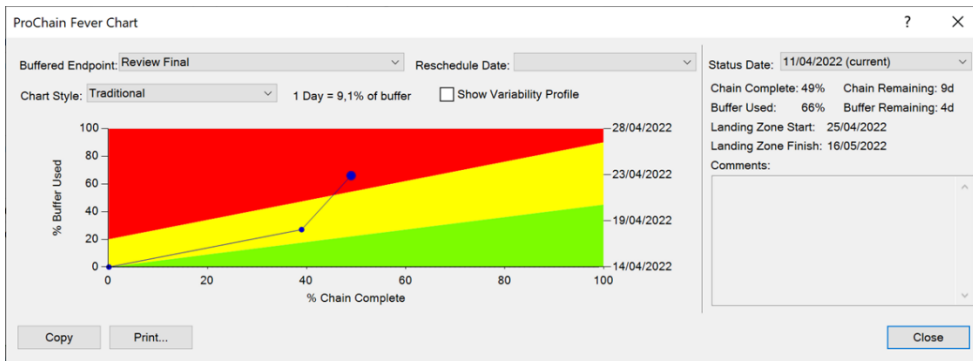


Figura 44 - Fever Chart a 11-04-2022

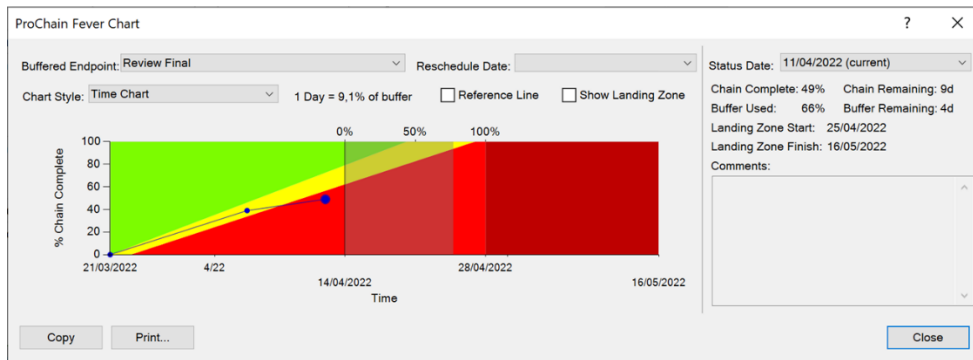


Figura 45 - Time Chart a 11-04-2022

Para este cenário, e com base na folha de Excel em Anexo A.4 (Figura 53), o *Dashboard* o projeto, Figura 46, teria o seguinte aspeto:

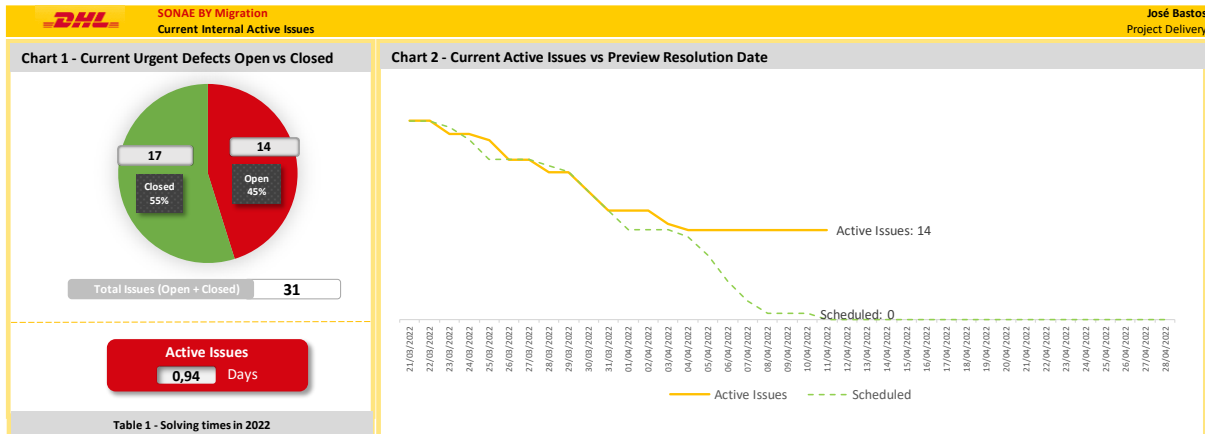


Figura 46 - Dashboard a 11-04-2022

## 4.5 Discussão dos Resultados Globais Obtidos

Ao nível da gestão das reservas, os resultados obtidos com a aplicação do modelo metodológico híbrido CCPM-Agile ao projeto analisado foram coerentes com as ocorrências verificadas, isto é, sempre que os projetos sofreram atrasos e as atividades ficaram por completar nos vários pontos de controle, estas situações foram visíveis no *Fever Chart* e no *Time Chart*, que permitiram controlar, de forma proveitosa o estado da PB. Por outro lado, através do *dashboard* desenvolvido para o efeito torna-se nítido o avanço ou recuo do projeto em relação ao previsto e calendarizado previamente.

Através da plataforma JIRA, para os recursos envolvidos no projeto fica claro todo o trabalho a realizar assim como o já realizado ou, ainda, o trabalho em fase de testagem. A plataforma permitiu ainda priorizar as várias tarefas de cada recurso e detalhar com imagens, mensagens entre *keyusers* e IT e todo o detalhe do *issue* a analisar. Deste modo, a plataforma veio ajudar na comunicação entre a equipa de IT, equipa de gestão de projetos e *keyusers*. Foi ainda notório que o Kanban de projeto disponibilizado no JIRA é uma ferramenta muito útil para se visualizar as atividades que se encontram pendentes, o número de atividades já concluídas e ainda as atividades que necessitam de algum tipo de validação por parte da equipa de *keyusers*.

Os resultados obtidos foram coerentes com o cenário real anteriormente desenvolvido apenas com a metodologia Agile e sem a plataforma JIRA. Neste cenário real houve efetivamente um atraso no projeto e na conclusão das atividades, mas sem se saber ao certo o real valor do atraso ou a data de finalização do mesmo. Através da integração da metodologia CCPM fica sempre explícito para o gestor do projeto qual o verdadeiro estado do projeto e se este se encontra com uma previsão de conclusão dentro do que foi calendarizado. Como verificado no cenário do caso de estudo, 3 semanas antes da data de conclusão do projeto, a dia 11/04/2022, com cerca 50% da duração de projeto ultrapassada e consumida 60% da reserva de segurança do mesmo, ficou claro que teriam de ser tomadas medidas para inverter a tendência de atraso do mesmo. Caso se esperasse pela data de conclusão do mesmo a dia 28/04/2022 muito provavelmente já seria tarde e o projeto iria, com toda a certeza, atrasar.



## CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões e contribuições com base em todo o trabalho envolvido na dissertação, assim como as limitações associadas ao estudo que resultarão nas propostas de trabalhos a desenvolver no futuro.

### 5.1 Principais Conclusões do Estudo

A presente secção expõe as principais conclusões e contribuições resultantes das vertentes teóricas e prática da investigação desenvolvida.

#### 1. Estudo Bibliográfico

Uma parte importante do presente estudo explana as metodologias Gestão de Projetos pela Cadeia Crítica (CCPM) e Agile. Desta análise evidenciam-se as seguintes particularidades:

- O comportamento do ser humano, nomeadamente as situações de Síndrome de Estudante, Lei de *Parkinson* e *Multitasking*, resultantes das durações excessivas tipicamente atribuídas às atividades, influencia o desempenho do projeto, pelo que devem ser adotados mecanismos que contrariem estes eventos. CCPM propõe a adesão à lógica "*relay runner*" e o reporte da finalização antecipada das atividades, aproveitando constantemente o tempo economizado, o que desmotiva o uso de datas de entrega pouco flexíveis para cada atividade e a execução de diversos trabalhos em simultâneo. Adicionalmente, é concedida extrema importância ao processo de estimação de tempos de atividades, que passam a durações alvo para a redução da dispersão da concentração dos trabalhadores, melhorando o seu desempenho e, como consequência, reduzindo a duração total do projeto.

- CCPM resulta da aplicação da Teoria das Restrições à gestão de projetos, como tal, considera a cadeia crítica como restrição dos projetos. Assim, por forma a exponenciar a eficiência destes sistemas, deve ser efetuada a correta gestão destas restrições, originadas pelas limitações associadas aos recursos que executam as atividades, remetendo para a importância concedida pelo método à avaliação da disponibilidade dos mesmos.

- As reservas de tempo, isto é, a reserva de projeto e as reservas de alimentação, introduzidas por CCPM na rede de projeto visam proteger a cadeia crítica, isto é, a data prevista para a concretização do projeto, absorvendo a incerteza associada às durações das atividades e, desta forma, reduzindo as consequências de eventuais disrupções na calendarização. O correto dimensionamento das reservas é fundamental para a obtenção de uma calendarização viável, sendo que, de entre as metodologias apresentadas, a Simulação de Monte Carlo é a que apresenta melhores resultados. A gestão das reservas de tempo durante a fase de execução do projeto permite monitorizar o desempenho ao nível das durações e identificar derrapagens dos prazos da calendarização, por forma a serem nomeadas as intervenções necessárias por parte do gestor do projeto.

- A metodologia Agile disponibiliza uma forma ágil de lidar com os projetos. Em particular e neste projeto, os Kanbans de projeto são uma ferramenta de grande utilidade por tornarem todo o processo de resolução de uma atividade nítido e transparente para o gestor de projeto. É também nítido o aumento da eficiência por parte dos recursos quando têm as atividades priorizadas, detalhadas e escalonadas num só sistema. Através da metodologia Agile é também possível por si só lidar com novos problemas ou atividades que surjam no projeto aplicando, por exemplo, um Sistema Pull que deriva dos conceitos Lean e, dessa forma, não ir acumulando atividades nos recursos mas sim, à medida que estes se encontram disponíveis atribuir-lhes a respetiva tarefa.

- Ambas as metodologias CCPM e Agile apresentam, a nível conceptual e prático limitações a serem contabilizadas na sua implementação. No entanto, o modelo metodológico híbrido CCPM-Agile pretende contrariar essas mesmas limitações e completar as metodologias nos seus pontos fracos. Através da calendarização das atividades, a metodologia CCPM oferece um forte contributo à metodologia Agile que, neste caso, torna-se particularmente útil para colocar as próprias atividades em prática.

A principal contribuição académica do presente estudo é a pesquisa, tratamento e compilação da informação relativa à integração das metodologias CCPM e Agile, resultante no desenvolvimento de um Modelo Metodológico Híbrido que considera, simultaneamente, a Eficiência, Gestão de Recursos e Tempo, relevante para a área de conhecimento em questão.

## 2. Modelo Proposto e Caso de Estudo

A aplicação do Modelo Metodológico Híbrido CCPM-Agile a um projeto da indústria logística permite extrair as seguintes conclusões:

- De forma a controlar o projeto e as suas datas de conclusão, a lógica CCPM oferece um importante contributo à metodologia Agile. Através da prévia calendarização e estimativa de durações, assim como o dimensionamento das reservas, consegue-se ter um determinado grau de certeza e confiança na data de conclusão do mesmo.
- Para o efeito de monitorização do progresso do projeto, o *Fever Chart* e o *Time Chart* constituem ferramentas extremamente úteis, já que permitem visualizar e perceber os níveis de risco aos quais o projeto está sujeito no que toca ao tempo disponível para a sua concretização. O uso do *Time Chart* acrescenta ao *Fever Chart* a possibilidade de perceber a quantidade extra da reserva consumida pelo projeto, isto é, o que ocorre após a penetração total da reserva.
- A plataforma JIRA é uma importante ferramenta para a aplicação e resolução das atividades. Completa a metodologia CCPM pondo em prática e em detalhe as atividades anteriormente escalonadas. Permite ainda visualizar o estado das mesmas, o seu nível de concretização e comunicar a qualquer momento com o recurso responsável pela atividade.

## 5.2 Contribuições e Respostas às Questões de Investigação

Com o desenvolvimento e aplicação deste modelo metodológico híbrido, principal objetivo desta dissertação, obtiveram-se ainda as seguintes contribuições que retratam a utilidade prática do estudo efetuado e que pretendem dar resposta aos objetivos iniciais da dissertação:

A metodologia de Gestão de Projetos DePICT permite definir um *Macro Plan* para qualquer projeto. No entanto, apresenta limitações quando pretende dar resposta e implementar cada uma das atividades ou projetos curtos dentro do seu *Macro Plan*. Deste modo, através do modelo metodológico CCPM-Agile e partindo das calendarizações previamente estabelecidas pelo DePICT poder-se-á ter um melhor controlo sobre o projeto, melhor forma de o por em prática e, acima de tudo, visualizar no imediato qualquer atraso que possa provocar um constrangimento ao projeto no futuro.

Através da implementação do modelo metodológico híbrido CCPM-Agile e do seu caso de estudo deu-se resposta às restantes questões de investigação.

Verificou-se que, as eventuais limitações associadas à adoção de CCPM e Agile foram ultrapassadas pelas mais valias da sua integração. A primeira ao tornar nítido o estado e duração do projeto e a segunda ao facilitar a implementação e controle de cada atividade. Através da revisão do estado da arte, acrescentou-se uma importante contribuição teórica das metodologias CCPM e Agile sendo que, na primeira se detalhou com pormenor todo o processo de desenvolvimento e implementação da mesma por ser uma metodologia que carece, na comunidade científica, ainda de algum conhecimento ou mesmo integração nos diversos projetos.

Por fim, ensaiou-se o modelo com base num projeto real da indústria logística identificando-se como principais contribuições face ao que foi realmente realizado na empresa sem a aplicação do modelo, a clara definição das datas de realização de cada atividade, a monitorização do estado do projeto, a transparente alocação de cada atividade a cada recurso e, acima de tudo, o controle detalhado de todo o projeto que permitiu antecipadamente identificar que o projeto estaria ou não em risco de falhar a sua data de conclusão. Através do modelo é notória a facilidade com que se identificam atrasos relativamente à calendarização prevista e como, dessa forma, se poderá reverter a situação, através de contingências para não dar possibilidade ao projeto de ter qualquer atraso.

### 5.3 Limitações do Estudo

Apesar do presente estudo disponibilizar informações valiosas no âmbito da integração das metodologias CCPM e Agile, devem ser mencionadas e consideradas em investigações futuras as seguintes limitações:

- Temporais, que não permitiram por em prática um cenário real e o devido acompanhamento e monitorização do ciclo de vida completo (desde a iniciação até ao encerramento) de um projeto em execução ou desenvolvimento e aplicação do modelo proposto a um ambiente real.
- Dos recursos disponíveis a nível de software, nomeadamente no que toca ao *@Risk*, tendo sido utilizadas versões *Trial* com um limite de utilização de 15 dias, o que não permitiu uma investigação mais profunda.
- Ao nível da quantidade, qualidade e profundidade dos estudos realizados no âmbito da integração CCPM-Agile, principalmente, na vertente experimental.

## 5.4 Desenvolvimentos Futuros

A presente investigação permitiu a identificação das questões, cuja análise consideração futura poderá resultar em contribuições pertinentes no âmbito da gestão de projetos, envolvendo simultaneamente parâmetros de risco e eficiência, qualitativos e quantitativos. Assim, sugere-se a exploração das seguintes oportunidades no âmbito da aplicação do Modelo Metodológico Híbrido CCPM-Agile:

- Monitorização de todo o ciclo de vida (desde a iniciação até ao encerramento) de um projeto em execução em tempo real, utilizando-se todas as atividades do projeto e, incluindo se justificável, reservas de recurso para além das reservas de tempo.
- Aplicação do modelo proposto a um projeto de complexidade, âmbito e indústria diferentes dos compreendidos na presente dissertação, explorando também o ambiente de múltiplos projetos.
  - Estudo da pertinência de utilização de FB.
  - Estudo para projetos que sofram alterações constantes das atividades de reservas de tempo que permitam a alocação dessas mesmas atividades novas sem condicionar a data limite do projeto.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DHL, «Sobre Nós | DHL Supply Chain | Portugal». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dhl.com/gb-en/home/our-divisions/supply-chain/thought-leadership/case-studies/retail/partnership-drives-competitive-advantage.html>.
- [2] DHL, «Long Term Partnership Drives Competitive Advantage | DHL Supply Chain | United Kingdom». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dhl.com/gb-en/home/our-divisions/supply-chain/thought-leadership/case-studies/retail/partnership-drives-competitive-advantage.html>
- [3] A. B. R. Tenera, «Contribuição para a Melhoria da Gestão da Incerteza na Duração dos Projetos através da Teoria das Restrições», Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2006.
- [4] M. Joseph, C. Phillippes, e E. W. Davis, *Project Management With CPM, PERT and Precedence Diagramming*, 3ª Edição. 1983.
- [5] P. W. G. Morris, «The Validity of Knowledge in Project Management and the Challenge of Learning and Competency Development», em *The Wiley Guide to Managing Projects*, P. W. G. Morris e J. K. Pinto, Eds. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007, pp. 1137–1149. doi: 10.1002/9780470172391.ch45.
- [6] A. S. M. Queimado, «Criação de um modelo aplicável à gestão de projectos», p. 100, Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [7] A. Shenhar e D. Dvir, «Project Management Research - The Challenge and Opportunity», *IEEE Eng. Manag. Rev.*, vol. 36, n.º 2, pp. 112–121, 2008, doi: 10.1109/EMR.2008.4534315.
- [8] PMI, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*, 5ª Edição. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- [9] DHL, «Skillsoft learning path that covers the objectives for the PMI Agile Certified Practitioner (PMI-ACP)® exam», MyTalent World (internal files DHL).
- [10] R. Atkinson, «Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria», *International Journal of Project Management*, vol. 17, n.º 6, pp. 337–342, dez. 1999, doi: 10.1016/S0263-7863(98)00069-6.
- [11] H. Kerzner, *Strategic planning for project management using a project management maturity model*, 7ª Edição. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2001.
- [12] DHL Supply Chain, «DHL - DePICT Internal Documents».
- [13] A. Cockburn, *Agile Software Development*, 1ª Edição. Addison-Wesley Professional, 2002.
- [14] B. Boehm e R. Turner, «Management Challenges to Implementing Agile Processes in Traditional Development Organizations», *IEEE Softw.*, vol. 22, n.º 5, pp. 30–39, set. 2005, doi: 10.1109/MS.2005.129.

- [15] K. Beck *et al.*, «Manifesto for Agile Software Development», 2001. [Em linha]. Disponível em: [agilemanifesto.org](http://agilemanifesto.org)
- [16] J. A. Highsmith e J. Highsmith, *Agile Software Development Ecosystems*. Addison-Wesley, 2002.
- [17] J. P. Womack, D. T. Jones, e D. Roos, *The Machine That Changed the World*. Simon and Schuster, 2008.
- [18] J. Liker, *Le modèle Toyota: 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise*. Pearson, 2012.
- [19] G. Rocha, A. Alves, e F. Braga, «Implementação de um Sistema Pull numa linha de montagem de componentes eletrónicos», Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas, 2011.
- [20] Y. Monden, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition*. CRC Press, 2011.
- [21] J. P. Pinto, *Pensamento Lean*, 6ª Edição. 2009, ISBN: 9789897520327.
- [22] J. P. Womack e D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, 2010.
- [23] D. J. Anderson, *Kanban: successful evolutionary change in your technology business*. Sequim, Washington: Blue Hole Press, 2010.
- [24] L. M. Ikeziri, F. B. de Souza, M. C. Gupta, e P. de Camargo Fiorini, «Theory of constraints: review and bibliometric analysis», *International Journal of Production Research*, vol. 57, n.º 15–16, pp. 5068–5102, ago. 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1518602.
- [25] T. P. Bagchi, K. Sahu, e B. K. Jena, «Why CPM is not good enough for scheduling projects», em *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Singapore, dez. 2017, pp. 1748–1752. doi: 10.1109/IEEM.2017.8290191.
- [26] A. F. B. Ribeiro, «PROPOSTA DE UM MODELO HÍBRIDO RISCO-EFICIÊNCIA PARA A GESTÃO DE PROJETOS», p. 120, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa, 2021.
- [27] G. K. Rand, «Critical chain: the theory of constraints applied to project management», *International Journal of Project Management*, p. 5, 2000.
- [28] G. Ellis, «Critical Chain Project Management (CCPM)», 2015.
- [29] M. Mirzaei e V. J. Mabin, «A review of the scholarly literature on CCPM: a focus on underpinning assumptions», p. 26.
- [30] A. Gupta, A. Bhardwaj, e A. Kanda, «Fundamental Concepts of Theory of Constraints: An Emerging Philosophy», *International Journal of Economics and Management Engineering*, vol. 4, n.º 10, p. 7, 2010.
- [31] M. Ghaffari, «Current status and future potential of the research on Critical Chain Project Management», *Surveys in Operations Research and Management Science*, p. 12, 2015.
- [32] U. Apaolaza e A. Lizarralde, «Managing Multiple Projects in Uncertain Contexts: A Case Study on the Application of a New Approach Based on the Critical Chain Method», *Sustainability*, vol. 12, n.º 15, p. 5999, jul. 2020, doi: 10.3390/su12155999.
- [33] X. Hu, N. Cui, E. Demeulemeester, e L. Bie, «Incorporation of activity sensitivity measures into buffer management to manage project schedule risk», *European Journal of Operational Research*, vol. 249, n.º 2, pp. 717–727, mar. 2016, doi: 10.1016/j.ejor.2015.08.066.

- [34] X. Hu, N. Cui, e E. Demeulemeester, «Effective expediting to improve project due date and cost performance through buffer management», *International Journal of Production Research*, vol. 53, n.º 5, pp. 1460–1471, mar. 2015, doi: 10.1080/00207543.2014.948972.
- [35] W. Herroelen e R. Leus, «Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials», *European Journal of Operational Research*, vol. 165, n.º 2, pp. 289–306, set. 2005, doi: 10.1016/j.ejor.2004.04.002.
- [36] E. Roghanian, M. Alipour, e M. Rezaei, «An improved fuzzy critical chain approach in order to face uncertainty in project scheduling», *International Journal of Construction Management*, vol. 18, n.º 1, pp. 1–13, jan. 2018, doi: 10.1080/15623599.2016.1225327.
- [37] E. M. Goldratt, *What is this Thing Called Theory of Constraints and how Should it be Implemented?* North River Press, 1990.
- [38] E. M. Goldratt, *Critical Chain*. North River Press, 1997.
- [39] L. Leach, «Critical chain: a business novel». Proceedings of the 29th Annual Project Management Institute 1998 Seminars & Symposium, 1998.
- [40] S. F. Patrick, *Critical chain scheduling and buffer management: Getting out from between Parkinson's rock and Murphy's hard place*. PM Network, 1999.
- [41] W. Herroelen, R. Leus, e E. Demeulemeester, «Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify», *Project Management Journal*, vol. 33, n.º 4, pp. 48–60, dez. 2002, doi: 10.1177/875697280203300406.
- [42] W. Herroelen e R. Leus, «On the merits and pitfalls of critical chain scheduling», *Journal of Operations Management*, vol. 19, n.º 5, pp. 559–577, out. 2001, doi: 10.1016/S0272-6963(01)00054-7.
- [43] G. Kendall, G. Pitagorsky, e D. Hullet, *Integrating Critical Chain and the PMBOK Guide*. Institute for Learning, Inc., 2001.
- [44] M. M. Chakosari e S. K. Chaharsooghi, «The Review of Critical Chain Project Management (CCPM)», p. 12.
- [45] J. Zhang, X. Song, e E. Díaz, «Critical chain project buffer sizing based on resource constraints», *International Journal of Production Research*, vol. 55, n.º 3, pp. 671–683, fev. 2017, doi: 10.1080/00207543.2016.1200151.
- [46] J. Zhang, «Project buffer sizing of a critical chain based on comprehensive resource tightness», *European Journal of Operational Research*, p. 9, 2016.
- [47] A. Izmailov, D. Korneva, e A. Kozhemiakin, «Effective Project Management with Theory of Constraints», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 229, pp. 96–103, ago. 2016, doi: 10.1016/j.sbspro.2016.07.118.
- [48] G. J. Gutierrez e P. Kouvelis, «Parkinson's Law and Its Implications for Project Management», *Management Science*, vol. 37, n.º 8, pp. 990–1001, ago. 1991, doi: 10.1287/mnsc.37.8.990.
- [49] B. Chen, «Incentive schemes for resolving Parkinson's Law in project management», *European Journal of Operational Research*, p. 16, 2021.
- [50] O. R. Luiz, F. B. de Souza, J. V. R. Luiz, e D. Jugend, «Linking the Critical Chain Project Management literature», p. 22.
- [51] L. P. Leach, *Critical Chain Project Management*. Artech House, 2000.
- [52] I. Cohen, A. Mandelbaum, e A. Shtub, «Multi-Project Scheduling and Control: A Process-Based Comparative Study of the Critical Chain Methodology and Some Alternatives»,

- Project Management Journal*, vol. 35, pp. 39–50, jun. 2004, doi: 10.1177/875697280403500206.
- [53] B. Alma, E. Coşkun, e N. G. Uğur, «COMPARISON OF TRADITIONAL PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES AND CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT FOR MANAGEMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY AND INFORMATION SYSTEM PROJECTS», p. 11.
- [54] P. Iwona, G. Aleksander, e B. Magdalena, «Scheduling of an assembly process of a chosen technical mean using the critical chain approach», *MATEC Web of Conferences*, p. 8, 2017.
- [55] J. Zhang, «Dynamic monitoring and control of a critical chain project based on phase buffer allocation», *JOURNAL OF THE OPERATIONAL RESEARCH SOCIETY*, p. 13.
- [56] V. S. Anantatmula, «Critical Chain Method in Traditional Project and Portfolio Management Situations», p. 17, 2014.
- [57] ProChain Solutions, «Network Building and Analysis», 12910 Harbor Drive, Lake Ridge, VA 22192, EUA.
- [58] W. Wang, «Multi-objective optimization model for multi-project scheduling on critical chain», *Advances in Engineering Software*, p. 7, 2014.
- [59] F. Ahlemann, «A process framework for theoretically grounded prescriptive research in the project management field», *International Journal of Project Management*, p. 14, 2013.
- [60] J. F. Cox e J. G. Schleier, *Theory of constraints handbook*. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [61] A. M. B. R. Tenera, «Critical Chain Buffer Sizing: A Comparative Study», *PMI Research Conference 2008. Proceedings*, pp. 1–14, jan. 2008.
- [62] F. T. S. Chan, Z. Wang, Y. Singh, X. P. Wang, J. H. Ruan, e M. K. Tiwari, «Activity scheduling and resource allocation with uncertainties and learning in activities», p. 33.
- [63] M. Ghazvini, V. Ghezavati, S. Raissi, e A. Makui, «An Integrated Efficiency–Risk Approach in Sustainable Project Control», *Sustainability*, vol. 9, n.º 9, p. 1575, set. 2017, doi: 10.3390/su9091575.
- [64] R. E. C. Ordoñez, M. Vanhoucke, J. Coelho, R. Anholon, e O. Novaski, «A Study of the Critical Chain Project Management Method Applied to a Multiproject System», *Project Management Journal*, vol. 50, n.º 3, pp. 322–334, jun. 2019, doi: 10.1177/8756972819832203.
- [65] J. M. Ravalji e V. A. Deshpande, «Design, Manufacturing and Mechatronics», p. 10, 2014.
- [66] F. K. Bonato, A. A. de Albuquerque, e M. A. S. da Paixão, «An application of Earned Value Management (EVM) with Monte Carlo simulation in engineering project management», *Gest. Prod.*, vol. 26, n.º 3, p. e4641, 2019, doi: 10.1590/0104-530x4641-19.
- [67] O. I. Tukul, W. O. Rom, e S. D. Eksioglu, «An investigation of buffer sizing techniques in critical chain scheduling», *European Journal of Operational Research*, p. 16, 2006.
- [68] R. D. S. Bolaños e S. C. M. Barbalho, «Exploring product complexity and prototype lead-times to predict new product development cycle-times», *International Journal of Production Economics*, vol. 235, p. 108077, mai. 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108077.
- [69] P. C. Dinsmore e J. Cabanis-Brewin, *The AMA Handbook of Project Management*. AMA-COM, 2014.
- [70] A. B. R. Tenera e A. J. P. C. F. Abreu, «A critical chain perspective to support management activities in dynamic production networks», em *2008 IEEE International Engineering Management Conference*, Estoril, Portugal, jun. 2008, pp. 1–5. doi: 10.1109/IEMCE.2008.4618019.

- [71] K. Araszkiwicz, «Application of Critical Chain Management in Construction Projects Schedules in a Multi-Project Environment: A Case Study», *Procedia Engineering*, vol. 182, pp. 33–41, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.108.
- [72] C. K. Piney, *Critical Path or Critical Chain Combining the best of both*. PM Network, 2000.
- [73] J. Zhang, «Determination of early warning time window for bottleneck resource buffer», *Annals of Operations Research*, p. 17, 2021.
- [74] B. She, B. Chen, e N. G. Hall, «Buffer sizing in critical chain project management by network decomposition», *Omega*, vol. 102, p. 102382, jul. 2021, doi: 10.1016/j.omega.2020.102382.
- [75] J. Zhang, X. Song, H. Chen, e R. (Sandy) Shi, «Optimisation of critical chain sequencing based on activities' information flow interactions», *International Journal of Production Research*, vol. 53, n.º 20, pp. 6231–6241, out. 2015, doi: 10.1080/00207543.2015.1043157.
- [76] Z. Zheng, Z. Guo, Y. Zhu, e X. Zhang, «A critical chains based distributed multi-project scheduling approach», *Neurocomputing*, vol. 143, pp. 282–293, nov. 2014, doi: 10.1016/j.neucom.2014.04.056.
- [77] M. Martinsuo e P. Lehtonen, «Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency», *International Journal of Project Management*, p. 10, 2007.
- [78] D. Przywara e A. Rak, «Monitoring of Time and Cost Variances of Schedule Using Simple Earned Value Method Indicators», *Applied Sciences*, vol. 11, n.º 4, p. 1357, fev. 2021, doi: 10.3390/app11041357.
- [79] F. Acebes, J. Pajares, J. M. Galán, e A. López-Paredes, «Beyond Earned Value Management: A Graphical Framework for Integrated Cost, Schedule and Risk Monitoring», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 74, pp. 181–189, mar. 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.03.027.
- [80] F. Caron, F. Ruggeri, e B. Pierini, «A Bayesian approach to improving estimate to complete», *International Journal of Project Management*, vol. 34, n.º 8, pp. 1687–1702, nov. 2016, doi: 10.1016/j.ijproman.2016.09.007.
- [81] A. Hutanu, «Integrating Critical Chain Method with AGILE Life Cycles in the Automotive Industry», p. 6, 2015.
- [82] G. R. N., «Testing Processes in Business-Critical Chain Software Lifecycle», em *2009 WRI World Congress on Software Engineering*, Xiamen, China, 2009, pp. 238–242. doi: 10.1109/WCSE.2009.424.
- [83] N. G. Hall, «Project management: Recent developments and research opportunities», *J. Syst. Sci. Syst. Eng.*, vol. 21, n.º 2, pp. 129–143, jun. 2012, doi: 10.1007/s11518-012-5190-5.
- [84] U. Apaolaza, A. Lizarralde, e A. Oyarbide-Zubillaga, «Modern Project Management Approaches in Uncertainty Environments: A Comparative Study Based on Action Research», p. 16, 2020.
- [85] Oracle, «What Is a Warehouse Management System (WMS)?» [Em linha]. Disponível em: <https://www.oracle.com/pt/scm/logistics/warehouse-management/what-is-warehouse-management/>
- [86] N. J. Cross, «The Impact of Executing a Warehouse Management System Change: A Case Study», p. 129.



## A.1. Indicadores Controlo de Issues (Oportunidade de melhoria)

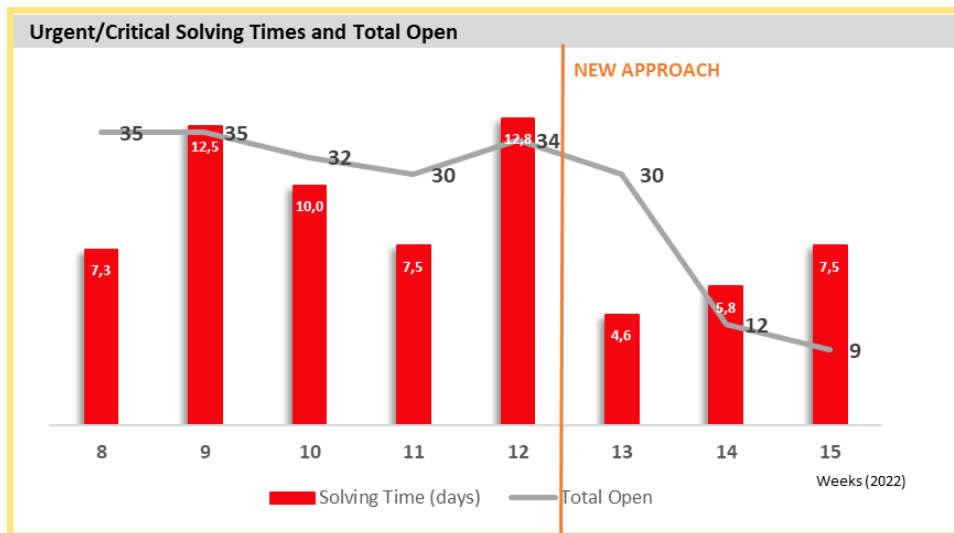


Figura 47 - Indicador: Tempo de Resolução

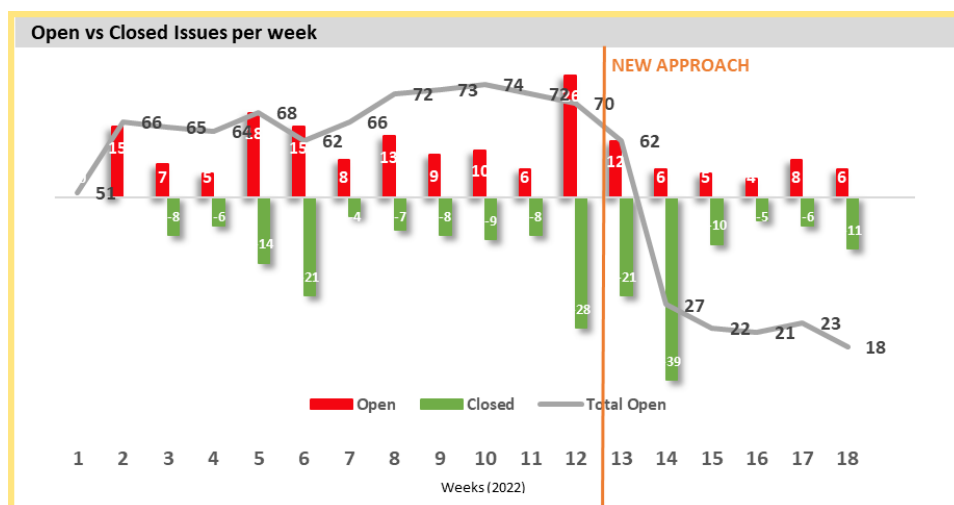


Figura 48 - Indicador: Issues Abertos vs Fechados

## A.2. Simulações de Monte Carlo nos Pontos de Controle

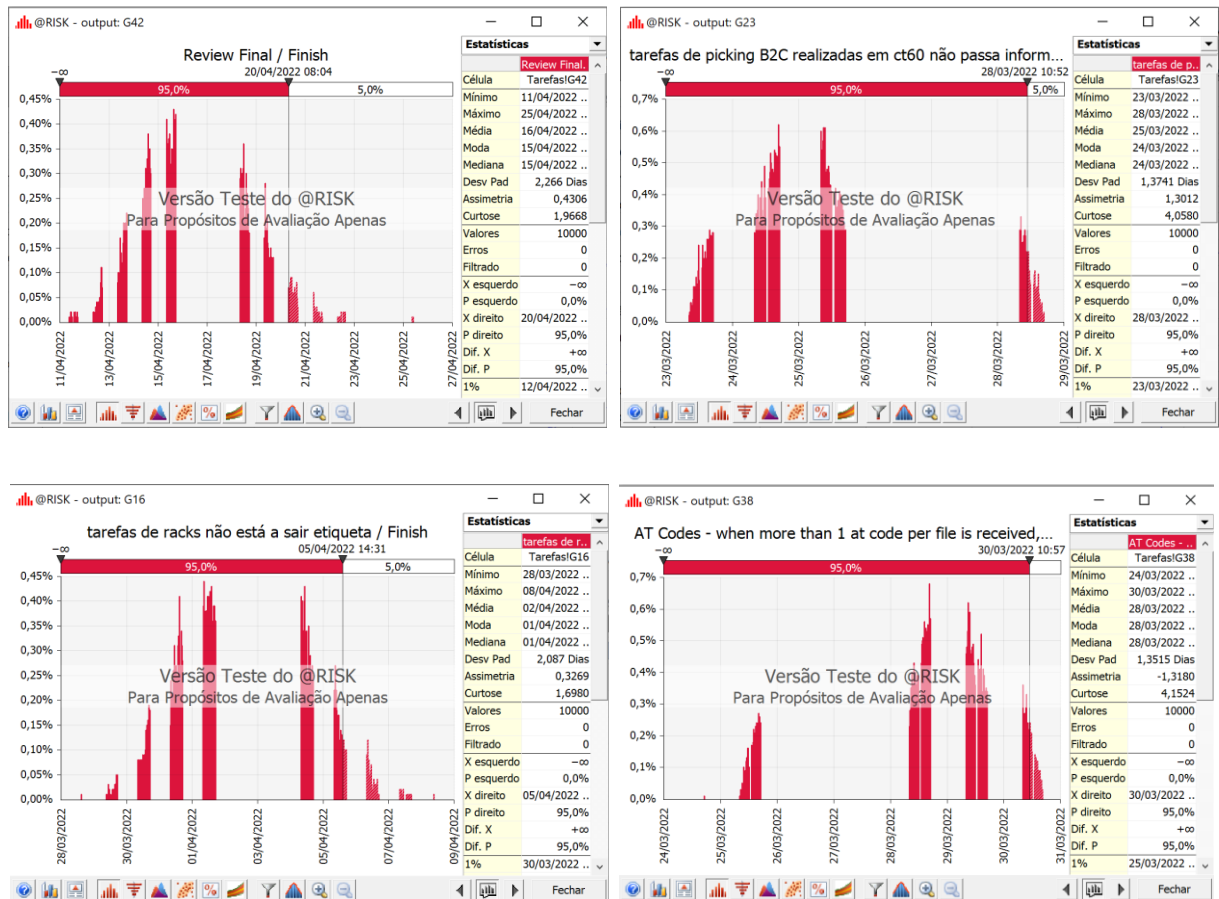


Figura 49 - Simulações de Monte Carlos nos Pontos de Controle

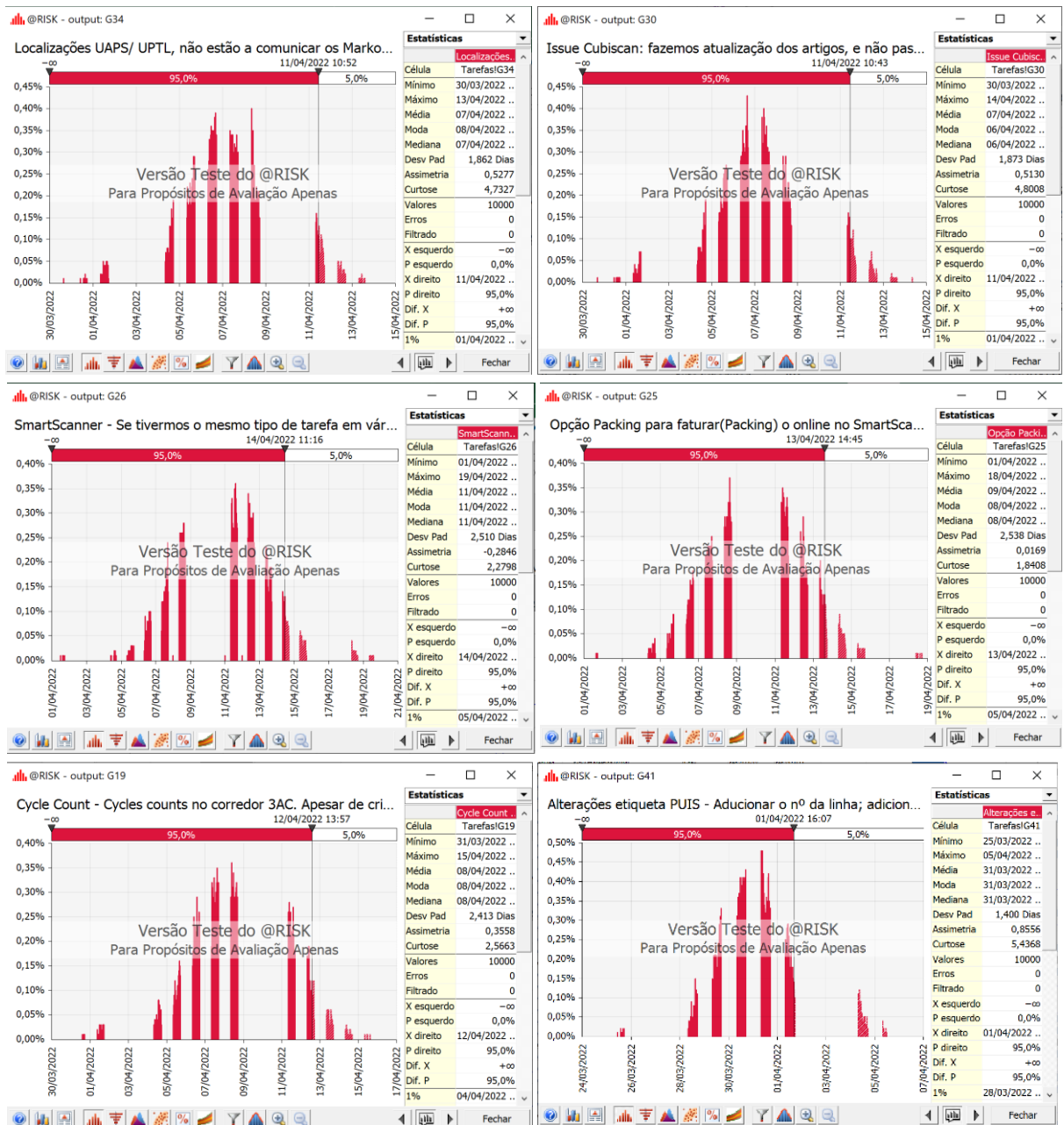


Figura 49 - Simulações de Monte Carlos nos Pontos de Controlo

### A.3. Estado do Projeto nas duas datas em Análise

(1) 01-04-2022

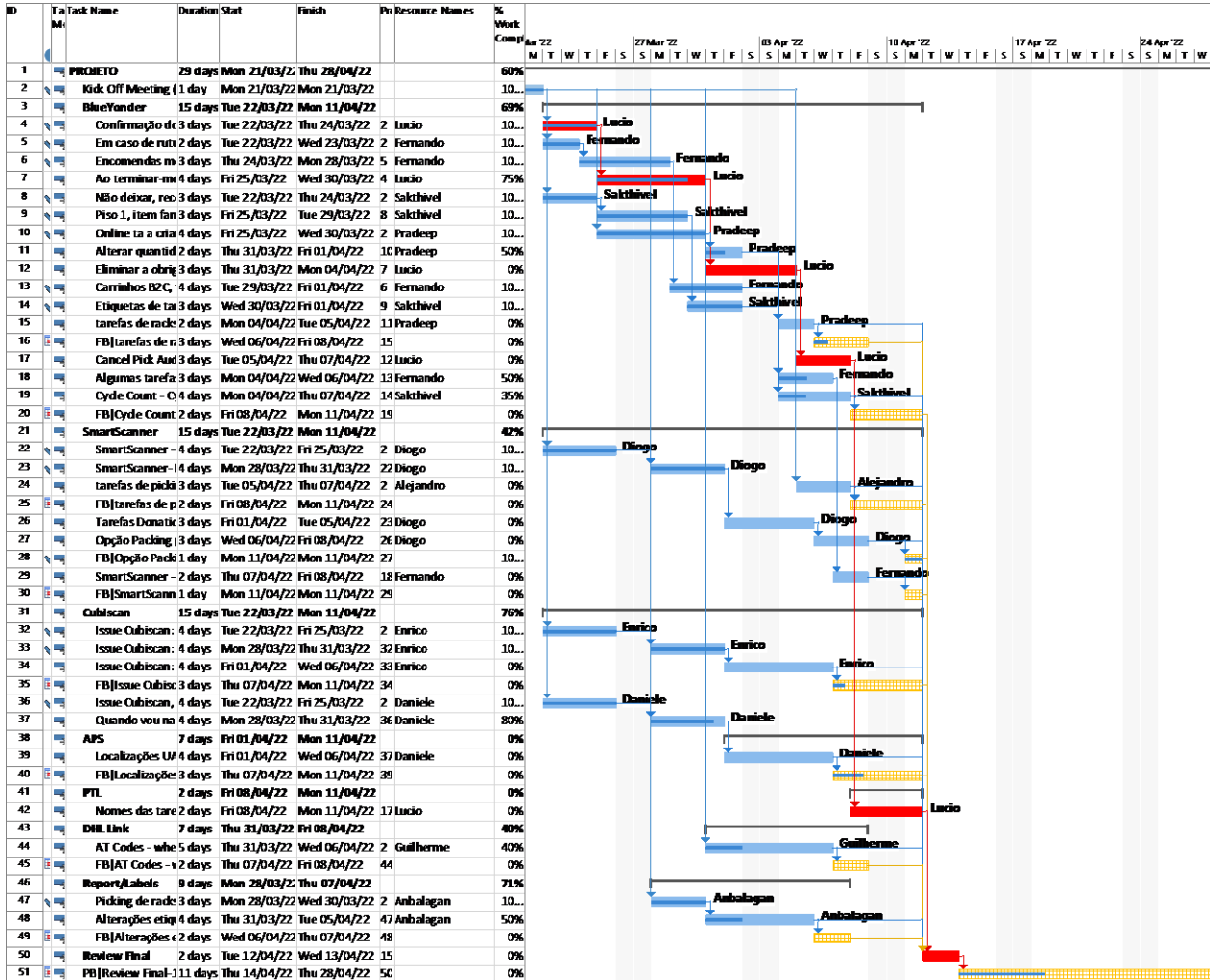


Figura 50 - Estado do Projeto a 01-04-2022

(2) 11-04-2022

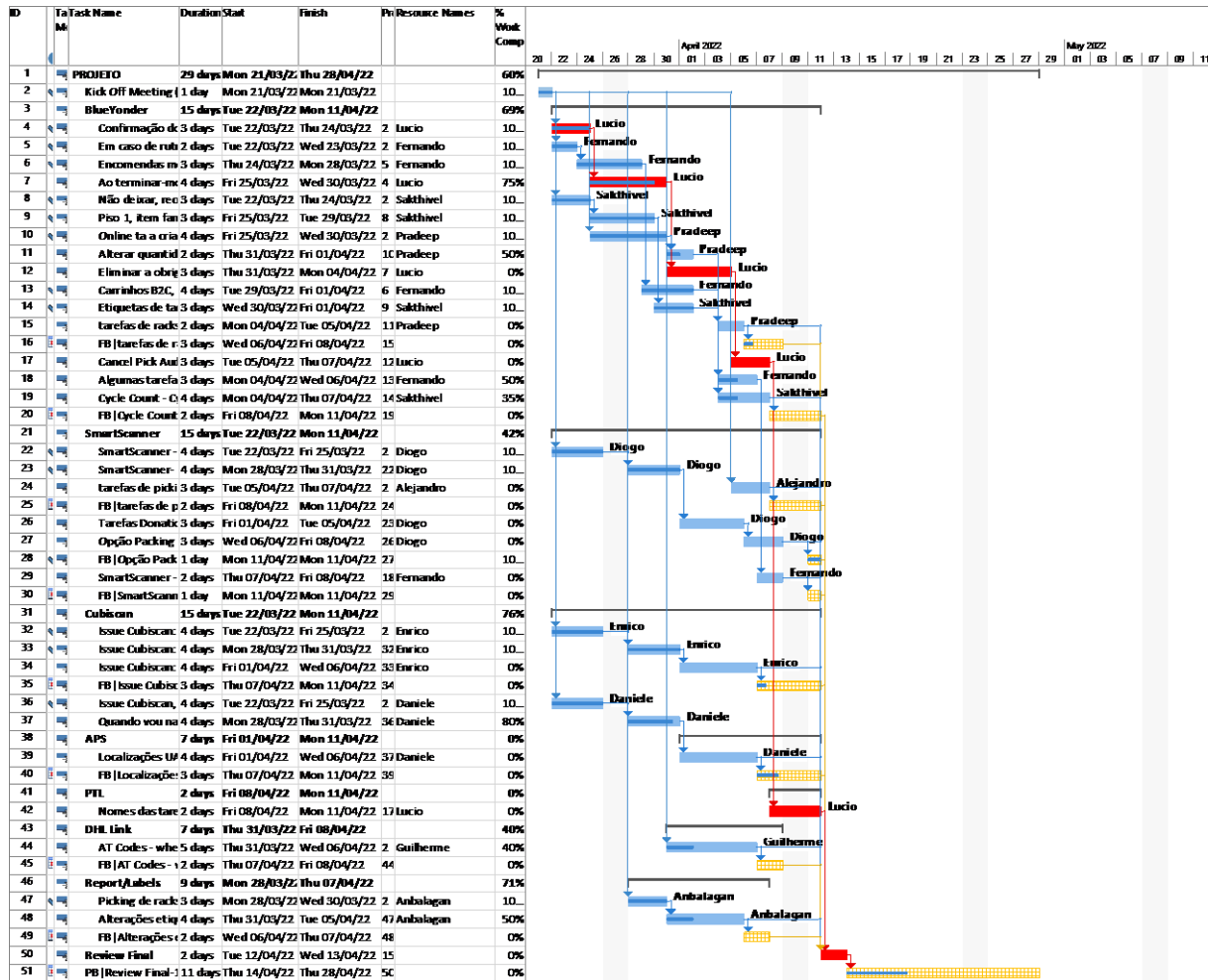


Figura 51 - Estado do Projeto a 11-04-2022

# A.4. Folhas de Excel de Apoio ao Dashboard de Projeto

DHL SONAE BY Migration Current Active Issues														
#	Workstream	Detail Issue	Print Screen (Sim/Não)	Trace	Observações	Urgency	Criticality	Recurso	Data Prevista Resolução	Status	Data de resolução	Comentarios resposta Recurso	Jira Task	Resolução
1	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01_15-50-31_MGR00P_AJDP013.log	...	Urgente	Alta	Diego	15/03/2022	Resolvido	30/03/2022		<a href="#">DHLSPM-814</a>	
2	APS	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	09/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-815</a>	
3	SmartCarrier	...	Não	2021-11-30-11-48-18_MGR00R_051VA.log/430208390.LOG		Urgente	Alta	Alexandro	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-816</a>	
4	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	23/03/2022	Resolvido	23/03/2022		<a href="#">DHLSPM-817</a>	
5	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	23/03/2022	Resolvido	23/03/2022		<a href="#">DHLSPM-818</a>	
6	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	28/03/2022	Resolvido	28/03/2022		<a href="#">DHLSPM-819</a>	
7	Blue Tender	...	Não	PULL LOG		Urgente	Alta	Lucio	30/03/2022	Resolvido	04/04/2022		<a href="#">DHLSPM-820</a>	
8	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Erico	25/03/2022	Resolvido	26/03/2022		<a href="#">DHLSPM-821</a>	
9	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Erico	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-822</a>	
10	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	25/03/2022	Resolvido	26/03/2022		<a href="#">DHLSPM-823</a>	
11	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	15/03/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-824</a>	
12	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-825</a>	
13	Blue Tender	...	Sim	Diagn. entre o carrier		Urgente	Alta	Pradeep	29/03/2022	Resolvido	30/03/2022		<a href="#">DHLSPM-826</a>	
14	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01_08-22-40_MGR00R_051VA.log	...	Urgente	Alta	Diego	08/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-827</a>	
15	Label	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Andelagan	03/04/2022	Resolvido	15/03/2022		<a href="#">DHLSPM-828</a>	
16	Blue Tender	...	Não	RACBDC.LOG / Trace: RACBDC.LOG		Urgente	Alta	Fernando	05/04/2022	Resolvido	05/04/2022		<a href="#">DHLSPM-829</a>	
17	Blue Tender	...	Não	Trace: UAT_36.12 / Wave: UAT_36.2*		Urgente	Alta	Pradeep	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-830</a>	
18	Blue Tender	...	Sim (2)	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-831</a>	
19	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-832</a>	
20	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01-08-22-40_MGR00R_051VA.log	...	Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-833</a>	
21	SmartCarrier	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Diego	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-834</a>	
22	JPL	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	15/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-835</a>	
23	Ctrl Link	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Guilherme	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-836</a>	
24	Blue Tender	...	Não	SMB.LPN.LOG		Urgente	Alta	Sakthivel	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-837</a>	
25	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Pradeep	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-838</a>	
26	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-839</a>	
27	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	05/04/2022	Resolvido	06/03/2022		<a href="#">DHLSPM-840</a>	
28	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-841</a>	
29	SmartCarrier	...	Sim	2021-12-30_15-41-05_MGR010-FORMAND06.log	...	Urgente	Alta	Diego	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-842</a>	

Figura 52 - Folha de Excel de Apoio ao Dashboard Atualizada a 01-04-2022

DHL SONAE BY Migration Current Active Issues														
#	Workstream	Detail Issue	Print Screen (Sim/Não)	Trace	Observações	Urgency	Criticality	Recurso	Data Prevista Resolução	Status	Data de resolução	Comentarios resposta Recurso	Jira Task	Resolução
1	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01_15-50-31_MGR00P_AJDP013.log	...	Urgente	Alta	Diego	15/03/2022	Resolvido	30/03/2022		<a href="#">DHLSPM-843</a>	
2	APS	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	09/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-844</a>	
3	SmartCarrier	...	Não	2021-11-30-11-48-18_MGR00R_051VA.log/430208390.LOG		Urgente	Alta	Alexandro	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-845</a>	
4	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	23/03/2022	Resolvido	23/03/2022		<a href="#">DHLSPM-846</a>	
5	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	23/03/2022	Resolvido	23/03/2022		<a href="#">DHLSPM-847</a>	
6	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	28/03/2022	Resolvido	28/03/2022		<a href="#">DHLSPM-848</a>	
7	Blue Tender	...	Não	PULL LOG		Urgente	Alta	Lucio	30/03/2022	Resolvido	04/04/2022		<a href="#">DHLSPM-849</a>	
8	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Erico	25/03/2022	Resolvido	26/03/2022		<a href="#">DHLSPM-850</a>	
9	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Erico	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-851</a>	
10	Cubican	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	25/03/2022	Resolvido	26/03/2022		<a href="#">DHLSPM-852</a>	
11	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	15/03/2022	Resolvido	02/04/2022		<a href="#">DHLSPM-853</a>	
12	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Danielle	15/03/2022	Resolvido	02/04/2022		<a href="#">DHLSPM-854</a>	
13	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-855</a>	
14	Blue Tender	...	Sim	Diagn. entre o carrier		Urgente	Alta	Pradeep	29/03/2022	Resolvido	30/03/2022		<a href="#">DHLSPM-856</a>	
15	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01_08-22-40_MGR00R_051VA.log	...	Urgente	Alta	Diego	08/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-857</a>	
16	Label	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Andelagan	03/04/2022	Resolvido	15/03/2022		<a href="#">DHLSPM-858</a>	
17	Blue Tender	...	Não	RACBDC.LOG / Trace: RACBDC.LOG		Urgente	Alta	Fernando	05/04/2022	Resolvido	05/04/2022		<a href="#">DHLSPM-859</a>	
18	Blue Tender	...	Não	Trace: UAT_36.12 / Wave: UAT_36.2*		Urgente	Alta	Pradeep	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-860</a>	
19	Blue Tender	...	Sim (2)	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-861</a>	
20	Blue Tender	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-862</a>	
21	SmartCarrier	...	Sim	2022-03-01-08-22-40_MGR00R_051VA.log	...	Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-863</a>	
22	SmartCarrier	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Diego	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-864</a>	
23	JPL	...	Sim	Não necessário		Urgente	Alta	Lucio	15/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-865</a>	
24	Ctrl Link	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Guilherme	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-866</a>	
25	Blue Tender	...	Não	SMB.LPN.LOG		Urgente	Alta	Sakthivel	29/03/2022	Resolvido	29/03/2022		<a href="#">DHLSPM-867</a>	
26	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Pradeep	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-868</a>	
27	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Fernando	06/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-869</a>	
28	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	05/04/2022	Resolvido	06/03/2022		<a href="#">DHLSPM-870</a>	
29	Blue Tender	...	Não	Não necessário		Urgente	Alta	Sakthivel	07/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-871</a>	
30	SmartCarrier	...	Sim	2021-12-30_15-41-05_MGR010-FORMAND06.log	...	Urgente	Alta	Diego	05/04/2022	Aberto			<a href="#">DHLSPM-872</a>	

Figura 53 - Folha de Excel de Apoio ao Dashboard Atualizada a 11-04-2022





2022

JOSÉ MARIA PINTO BASTOS PROPOSTA DE UM MODELO METODOLÓGICO HÍBRIDO CCPM-AGILE