

DIREÇÃO DE OBRA - ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS COM O USO DE PLANEAMENTO DIGITAL DE OBRAS

PEDRO GABRIEL GUEDES FERNANDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JULHO DE 2024

(Versão final)

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2023/2024

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2023/2024 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2023*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais, Família e Amigos

"You always have a choice."

Harvey Specter

(Versão final)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão ao Professor Alfredo Soeiro pela mentoria e toda a orientação fornecida ao longo deste processo. A sua sabedoria e a sua postura foram fundamentais para o desenvolvimento desta tese.

Agradeço também à minha família, cujo apoio foi inestimável ao longo do desenvolvimento desta tese. Em particular, quero agradecer ao meu pai, que é um exemplo a seguir e que me motiva a gostar deste mundo da Construção ao ver o empenho que coloca todos os dias no seu trabalho. O seu amor e dedicação foram base que sustentou a continuar nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos, bem, nem sei como agradecer. Não há palavras suficientes que descrevam o que vocês fizeram por mim durante este período da tese. As adversidades não desaparecem, mas com vocês fica sempre um bocadinho mais fácil. Sem vocês isto teria sido um caminho bem mais complicado e acredito que não teria tido o desfecho que teve. Um muito, muito obrigado.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer aos colaboradores da CCR, especialmente ao Engenheiro José Pedro e ao Engenheiro Bruno Coutinho. Estes tiveram um papel completamente essencial e incansável, ajudando dia após dia. A vossa dedicação e profissionalismo foram vitais para a conclusão deste trabalho. Muito obrigado por todo o apoio e colaboração.

RESUMO

A necessidade de um mercado cada vez mais competitivo leva as empresas a adotar ferramentas avançadas de planeamento como uma forma de obter uma ligeira vantagem competitiva. O uso de tecnologias de planeamento digital não só facilita a gestão de projetos de construção, como também permite às empresas serem mais ágeis e responderem de forma mais assertiva às mudanças e desafios do mercado. A capacidade de planear de forma precisa e eficiente pode ser a diferença que permite a uma empresa destacar-se perante a concorrência, garantindo a entrega de projetos dentro do prazo e do orçamento estipulados, com um nível elevado de qualidade.

Nesta tese intitulada de “Direção de Obra- Análise dos benefícios com o uso de planeamento digital de obras”, inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura onde foram revistos alguns métodos básicos de planeamento frequentemente utilizados na direção de obras. Esta revisão forneceu uma base sólida para compreender os fundamentos e as práticas tradicionais de planeamento, essenciais para a gestão eficaz de projetos de construção.

Posteriormente, foram analisados diversos programas de planeamento digital, avaliando as suas funcionalidades, custos e requisitos. Estes programas foram comparados utilizando a norma europeia ISO 25010, que fornece um quadro para avaliar a qualidade dos produtos de software. Esta comparação metódica permitiu identificar as vantagens e desvantagens de cada programa, fornecendo uma visão clara sobre qual deles poderia oferecer o melhor suporte para as atividades de planeamento na construção.

Com base nesta análise comparativa, foi selecionado o programa que se considerou mais adequado para as necessidades específicas da direção de obras, onde de seguida, foi elaborado um guia de utilização detalhado para este programa, facilitando a sua aplicação prática. Este guia incluiu instruções passo a passo, exemplos práticos e dicas para maximizar a eficiência do uso do programa selecionado.

Finalmente, o programa escolhido foi aplicado num contexto real de uma obra, permitindo observar e analisar os benefícios práticos do uso do planeamento digital no ambiente de construção. Esta aplicação prática confirmou as vantagens identificadas na análise teórica, demonstrando a eficácia do planeamento digital na gestão e direção de obras. Entre os benefícios observados, destacaram-se a melhoria na coordenação de atividades, a otimização de recursos, o controlo de custos e a capacidade de antecipar e mitigar problemas antes que estes se tornassem críticos.

PALAVRAS-CHAVE: Planeamento, Gestão de Obras, Microsoft Project, Direção de Obra

ABSTRACT

The need for an increasingly competitive market drives companies to adopt advanced planning tools to gain a slight competitive advantage. The use of digital planning technologies not only facilitates the management of construction projects but also allows companies to be more agile and respond more assertively to market changes and challenges. The ability to plan accurately and efficiently can be the difference that enables a company to stand out from the competition, ensuring the delivery of projects within the stipulated time and budget, with a high level of quality.

In this thesis entitled “Project Management - Analysis of the Benefits of Using Digital Planning for Construction,” a literature review was initially conducted, where some basic planning methods frequently used in project management were reviewed. This review provided a solid foundation for understanding the fundamentals and traditional planning practices essential for the effective management of construction projects.

Subsequently, various digital planning programs were analyzed, evaluating their functionalities, costs, and requirements. These programs were compared using the European standard ISO 25010, which provides a framework for evaluating the quality of software products. This meticulous comparison allowed the identification of the advantages and disadvantages of each program, providing a clear view of which one could offer the best support for construction planning activities.

Based on this comparative analysis, the program considered most suitable for the specific needs of project management was selected, and then a detailed usage guide for this program was developed, facilitating its practical application. This guide included step-by-step instructions, practical examples, and tips to maximize the efficiency of the selected program's use.

Finally, the chosen program was applied in a real-world construction context, allowing the observation and analysis of the practical benefits of using digital planning in the construction environment. This practical application confirmed the advantages identified in the theoretical analysis, demonstrating the effectiveness of digital planning in the management and direction of construction projects. Among the observed benefits were improved activity coordination, resource optimization, cost control, and the ability to anticipate and mitigate problems before they became critical.

KEYWORDS: Planning, Construction Management, Microsoft Project, Project Management

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Âmbito e objetivos	1
1.3 Organização da dissertação.....	2
2 ESTADO DA ARTE DE PLANEAMENTO DE OBRA	4
2.1 Planeamento	4
2.2 Métodos de planeamento	5
2.2.1 GANTT	5
2.2.2 Método do Caminho Crítico (CPM).....	6
2.2.3 Program Evaluation and Review Technique (PERT).....	7
2.2.4 Simulação de Monte Carlo.....	9
2.3 Programas de Computador de Planeamento	10
2.3.1 MS PROJECT	10
2.3.2 CCS CANDY	15
2.3.3 Primavera P6	21
2.3.4 Autodesk BIM 360	25
2.3.5 Procore	27
2.3.6 CYPE	32
3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR	34
3.1 Introdução do método utilizado	34
3.2 Microsoft Project	34
3.2.1 Vantagens e desvantagens.....	34
3.2.2 Requisitos do sistema.....	36
3.2.3 Planos e preços.....	36
3.3 CCS CANDY.....	37
3.3.1 Vantagens e Desvantagens.....	37
3.3.2 Requisitos do sistema.....	38
3.3.3 Planos e preços.....	38
3.4 PRIMAVERA P6.....	38

3.4.1 Vantagens e desvantagens.....	38
3.4.2 Requisitos do Sistema.....	40
3.4.3 Planos e preços.....	40
3.5 AUTODESK BIM360	40
3.5.1 Vantagens e Desvantagens.....	40
3.5.2 Requisitos do sistema.....	41
3.5.3 Planos e preços.....	42
3.6 PROCORE	42
3.6.1 Vantagens e Desvantagens.....	42
3.6.2 Requisitos do sistema.....	43
3.6.3 Planos e preços.....	44
3.7CYPE	44
3.7.1 Vantagens e desvantagens.....	44
3.7.2 requisitos do sistema.....	45
3.7.3 planos e preços.....	45
3.8 Tabela comparativa das ferramentas dos programas	46
3.9 ISO 25010	47
3.9.1 MS Project	48
3.9.2 CCS Candy	49
3.9.3 Primavera P6.....	49
3.9.4 Autodesk BIM360.....	49
3.9.5 Procore	50
3.9.6 Cype	50
4 PROPOSTA DE PLANEAMENTO APOIADO POR PROGRAMA DE COMPUTADOR	51
4.1 Escolha do programa	51
4.2 Organização do capítulo.....	51
4.3 Guia de utilização do Microsoft Project	52
4.3.1 Início de um Projeto.....	52
4.3.2 Planeamento de Tarefas	53
4.3.3 Alocação de Recursos.....	54
4.3.4 Monitorização e Controlo	54
4.3.5 Gestão de Custos.....	54
4.3.6 Resolução de problemas comuns	55
4.3.7 Planeamento Probabilístico no Microsoft Project.....	55
4.3.8 Planeamento Probabilístico no Microsoft Project com Integração de Software de Riscos....	56

5	APLICAÇÃO PRÁTICA DO PROGRAMA EM OBRA	58
5.1	Enquadramento da empresa acolhedora.....	58
5.2	Aplicação do Microsoft Project em obra	58
5.2.1	Configuração Inicial do Microsoft Project.....	59
5.2.2	Atribuição e configuração das tarefas.....	61
5.2.3	Controlo de custos.....	63
5.2.4	Planeamento Probabilístico Microsoft Project.....	67
5.2.5	Cronograma e Relatórios no Microsoft Project	70
6	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	72
6.1	Considerações finais	72
6.2	Desenvolvimentos futuros	74
	Referências Bibliográficas	75
	Anexo.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de um Gráfico de Gantt.....	6
Figura 2 - Diagrama do Método do caminho crítico	7
Figura 3- Distribuições sobre a duração de uma tarefa PERT	9
Figura 4- Distribuição Beta	9
Figura 5- Representação da vista de tarefas no Microsoft Project... ..	11
Figura 6- Exemplo Gráfico Gantt no MS Project... ..	12
Figura 7- Exemplo de uma lista de recursos no MS Project... ..	12
Figura 8- Exemplo da atribuição de recursos a atividades no MS Project.....	13
Figura 9- Gestor de documentos CCS Candy	16
Figura 10- Configuração da janela de visualização no CCS Candy.....	17
Figura 11 – Representação visual do planeamento, CCS Candy.....	17
Figura 12- Definições dos códigos de custo... ..	18
Figura 13- Definição de Códigos para tarefas no CCS Candy	19
Figura 14- Associação de códigos das tarefas a uma atividade	19
Figura 15- Exemplo do registo do auto	20
Figura 16- Esquema de planeamento no Primavera P6.....	22
Figura 17- Exemplo de uma estrutura de divisão de trabalhos no Primavera P6.....	22
Figura 18- Controlo de custos e despesas no Primavera P6	23
Figura 19- Acompanhamento do trabalho em obra Primavera P6.....	24
Figura 20- Valores acrescentados no Primavera P6... ..	25
Figura 21 – Módulos do Procore... ..	27
Figura 22 - Interface da janela Budget... ..	28
Figura 23- Fluxograma da ferramenta Budget.....	29
Figura 24- Acesso a documentos	30
Figura 25- Interface para upload desenhos no Procore	31
Figura 26- Exemplo de hiperligação numa planta no Procore.....	32
Figura 27- Requisitos MS Project... ..	36
Figura 28- Quadro de planos e preços de subscrição do MS Project... ..	36
Figura 29 - Quadro de planos e preços compra única do MS Project.....	37
Figura 30- Preços do Primavera P6	40
Figura 31- Plano de Preços do Autodesk BIM 360	42

Figura 32- Quadro de planos e preços do Procore.....	44
Figura 33- Informações do projeto	60
Figura 34- Configuração do calendário.....	61
Figura 35- Tarefas, Microsoft Project.....	61
Figura 36- Tarefas planeamento.....	62
Figura 37- Modo de agendamento de novas tarefas	62
Figura 38- Alocação de Recursos, Microsoft Project.....	63
Figura 39- Atribuição dos recursos às tarefas	64
Figura 40- Alteração dos custos com atrasos.....	64
Figura 41- Recursos de uma tarefa.....	65
Figura 42- Alteração do custo dos recursos	66
Figura 43- Vínculo entre o Excel e o Microsoft Project.....	66
Figura 44- Introdução da fórmula e cálculo da duração esperada de uma tarefa	67
Figura 45- Durações esperadas para uma tarefa	68
Figura 46- Durações esperadas numa simulação de um cenário pessimista	68
Figura 47- Introdução da fórmula e cálculo do desvio padrão	69
Figura 48- Filtro atividades no Microsoft Project.....	70
Figura 49- Diagrama de Gantt de uma tarefa	70
Figura 50- Linha de base e balizamento	70
Figura 51- Exemplo de relatório, tarefas críticas	71
Figura 52- Exemplo de relatório, progresso do projeto.....	71
Figura 53- Exemplo de relatório, distribuição de custos	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das diferentes ferramentas dos programas	47
--	----

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

SIGLAS E ACRÓNIMOS

PERT- Program Evaluation and Review Technique

CPM- Critical Path Method

EAP - Estrutura Analítica do Projeto

MTQ- Mapa de Tarefas e Quantidades

WBS – Work Breakdown Structure

CSV- Comma-Separated Values

OCR- Optical Character Recognition

CO- Change Orders

XML- Extensible Markup Language

1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A revolução tecnológica das últimas décadas tem alterado profundamente os paradigmas em diversas áreas, incluindo a Engenharia Civil. O planeamento de obras, um dos pilares fundamentais para o sucesso dos projetos de construção, tem assistido a uma transformação significativa através da incorporação de plataformas digitais. Estas ferramentas emergiram como uma resposta natural às exigências crescentes de um mercado que valoriza a eficiência, a rapidez e a capacidade de adaptação às novas realidades. As plataformas digitais, com a sua capacidade de centralizar dados, facilitar a comunicação e oferecer uma visão integrada de todas as fases do projeto, acabaram por se tornar essenciais para garantir um planeamento mais eficaz e robusto.

O uso de plataformas digitais no planeamento de obras é hoje uma prática indispensável para qualquer empresa que pretenda manter-se competitiva no mercado. Estas ferramentas permitem uma gestão integrada e em tempo real de todos os aspetos do projeto, desde a conceção inicial até à conclusão e manutenção das estruturas. Através de softwares especializados, é possível coordenar de forma mais eficaz os recursos humanos, materiais e financeiros, reduzindo significativamente o risco de atrasos e sobrecustos.

E por isso, num mercado cada vez mais globalizado e competitivo, a eficiência no planeamento de obras não é apenas desejável, mas sim essencial. As empresas que conseguem otimizar os seus processos de planeamento têm uma clara vantagem competitiva, uma vez que são capazes de entregar projetos no prazo estipulado, dentro do orçamento previsto e com a qualidade esperada. As plataformas digitais desempenham um papel crucial neste contexto, pois permitem a automação de tarefas repetitivas e a análise de grandes volumes de dados, facilitando a tomada de decisões informadas e baseadas em evidências. A capacidade de prever cenários futuros e de identificar potenciais problemas antes que estes ocorram é um dos maiores trunfos oferecidos por estas tecnologias, que contribuem assim para uma gestão de riscos mais eficaz e proativa.

1.2 ÂMBITO E OBJETIVOS

Neste projeto de dissertação, foram estudadas e analisadas diversas plataformas digitais com o intuito de compreender as suas capacidades e identificar as melhores práticas no uso destas tecnologias. Neste

contexto, a presente dissertação tem como um dos objetivos analisar de forma aprofundada os benefícios proporcionados pelo uso dessas tecnologias no âmbito do planeamento de obras, destacando as suas implicações para a competitividade e a eficiência operacional no sector da construção.

A grande pergunta que se pretende responder com esta dissertação é: qual o melhor programa a usar para o planeamento de obras? Esta questão fundamental guiou e motivou todo o trabalho desenvolvido, dado que, a escolha do software de planeamento adequado é crucial, pois impacta diretamente a capacidade de gestão dos prazos, a alocação eficiente dos recursos, a identificação e mitigação de riscos, e a coordenação das várias fases do projeto de construção.

O processo de seleção das ferramentas digitais envolveu uma análise aprofundada de várias plataformas, cada uma com as suas características e funcionalidades específicas. Este processo permitiu identificar a plataforma que melhor se adequava às necessidades específicas de um projeto e que oferecia o maior potencial para aprimorar a gestão de obras no contexto estudado.

Ao longo do estudo, foram exploradas as funcionalidades de diferentes plataformas, nomeadamente, o Microsoft Project, CCS Candy, Primavera P6, Autodesk Bim 360, Procore e o Cype com o objetivo de avaliar a sua aplicabilidade e eficácia em contextos variados de projetos de construção. Cada uma dessas ferramentas oferece um conjunto distinto de funcionalidades que podem influenciar de maneira significativa o planeamento e a execução das obras.

Para fornecer uma análise abrangente, foram considerados vários critérios, incluindo a facilidade de uso, a capacidade de integração com outras ferramentas, a flexibilidade para acomodar mudanças no cronograma, e as funcionalidades específicas para a gestão de atividades críticas e não críticas. Além disso, a capacidade de gerar relatórios detalhados e a precisão na previsão de prazos foram fatores decisivos na avaliação das plataformas.

Após a seleção da plataforma mais adequada, o passo seguinte foi a aplicação num contexto real, com o objetivo de validar as suas capacidades e benefícios no planeamento de obras. Este estudo de caso permitiu não só avaliar a eficácia da ferramenta escolhida, mas também identificar possíveis desafios e áreas de melhoria no seu uso.

A motivação por detrás deste trabalho está enraizada na necessidade de aumentar a eficiência e a competitividade das empresas de construção através da adoção de tecnologias avançadas de planeamento. No ambiente altamente competitivo do sector da construção, a utilização de ferramentas digitais eficazes pode ser um diferencial significativo, permitindo que as empresas entreguem projetos no prazo e dentro do orçamento, enquanto melhoram a qualidade e reduzem os riscos associados.

Em resumo, esta dissertação foca-se em explorar e identificar a plataforma digital mais eficaz para o planeamento de obras, com base em uma análise detalhada e criteriosa das funcionalidades, benefícios e desafios apresentados por cada uma das principais ferramentas disponíveis no mercado. A resposta a esta questão não só ajudará a otimizar o processo de planeamento de projetos de construção, mas também contribuirá para a melhoria da eficiência operacional e da competitividade no sector.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

- No Capítulo 1, é apresentado o tema da dissertação, juntamente com os objetivos que se pretendem alcançar com o desenvolvimento deste estudo. Este capítulo introduz o contexto e a relevância do tema, bem como as perguntas de investigação que se procuram responder ao longo do trabalho. Além disso, são delineadas as hipóteses e as metodologias que serão utilizadas para atingir os objetivos propostos.
- No Capítulo 2, são explorados diferentes métodos de planeamento de obras. Este capítulo fornece uma visão abrangente sobre as várias abordagens e técnicas utilizadas no planeamento de projetos de construção, destacando os seus princípios, aplicações e limitações. Em seguida, é feita uma análise das diferentes plataformas digitais consideradas para o estudo, detalhando as suas funcionalidades e características. Esta análise inclui uma descrição das ferramentas mais utilizadas na indústria, bem como uma avaliação das suas capacidades para suportar processos de planeamento eficientes e eficazes.
- No Capítulo 3, é realizada uma análise comparativa das plataformas digitais estudadas. Esta comparação tem em consideração as vantagens e desvantagens de cada um dos programas, os requisitos de sistema, os planos e preços, bem como a conformidade com a norma ISO 25010. A norma ISO 25010 estabelece critérios de qualidade para a avaliação de software, incluindo aspetos como funcionalidade, fiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. A análise comparativa é fundamentada em critérios objetivos e subjetivos, proporcionando uma visão detalhada das opções disponíveis e das suas implicações para o planeamento de obras.
- No Capítulo 4, é escolhido o programa mais adequado com base na análise comparativa realizada no capítulo anterior. Este capítulo apresenta um guia prático para a utilização do programa selecionado no planeamento de obras. O guia inclui instruções detalhadas sobre a configuração inicial, a inserção de dados, a utilização das principais funcionalidades e a interpretação dos resultados. Além disso, são fornecidas recomendações para a otimização do uso do programa, bem como sugestões para a integração com outras ferramentas e processos de gestão de projetos.
- No Capítulo 5, é descrito como o programa selecionado foi testado num contexto real de planeamento de obras. Este capítulo documenta a aplicação prática do software num projeto específico, detalhando as etapas do processo de planeamento, os desafios enfrentados e as soluções implementadas. A análise inclui a comparação entre o planeamento realizado com o programa e os métodos tradicionais, destacando as melhorias obtidas em termos de eficiência, precisão e controlo.
- No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões do estudo. Este capítulo avalia se os objetivos iniciais foram cumpridos, refletindo sobre as principais descobertas e as implicações para a prática de planeamento de obras. Além disso, são feitas sugestões de desenvolvimentos futuros, incluindo recomendações para pesquisas adicionais e para a evolução das ferramentas de software de planeamento de obras. As conclusões sublinham a importância de adotar tecnologias avançadas para melhorar a competitividade e a eficiência operacional no sector da construção.

2

ESTADO DA ARTE DE PLANEAMENTO DE OBRA

2.1 PLANEAMENTO

O planeamento eficaz das obras é uma componente essencial na indústria da Construção Civil, sendo determinante para o sucesso na execução de projetos dentro dos prazos estipulados e com eficiência operacional. Um bom planeamento é crucial para assegurar a conclusão bem-sucedida dos projetos de construção dentro do prazo e do orçamento. Esta integração de práticas de planeamento estruturadas pode reduzir significativamente os riscos de atrasos e custos adicionais (Lewis, 2005).

A importância de um planeamento adequado não se limita a um período curto, mas estende-se por todo o ciclo de vida da obra. Este, deve ser robusto e, é essencial não apenas para evitar atrasos e custos adicionais, mas também para maximizar a eficiência operacional e garantir a qualidade do projeto a longo prazo. O planeamento contínuo e a revisão periódica dos planos asseguram que todas as fases do projeto sejam executadas de forma coordenada e eficiente, proporcionando melhores resultados e maior satisfação do cliente (Tengan, Aigbavboa, & Thwala, 2021).

O planeamento probabilístico, também conhecido como planeamento baseado em probabilidades, representa uma abordagem dinâmica e avançada para a gestão de projetos de engenharia. Ao contrário dos métodos tradicionais de planeamento determinístico, que se baseiam em estimativas fixas de tempo e recursos, o planeamento probabilístico incorpora a incerteza inerente aos projetos, considerando uma gama de possíveis cenários e as suas probabilidades associadas (Levy, Thompson, & Wiest, 1963). Uma das principais diferenças entre o planeamento probabilístico e outras técnicas é a consideração explícita da variabilidade e aleatoriedade nos elementos do projeto, como duração das atividades, custos e disponibilidade de recursos.

Uma das vantagens fundamentais do planeamento probabilístico é a sua capacidade de fornecer estimativas mais realistas e confiáveis para a conclusão de um projeto. Em vez de produzir uma única linha de base de cronograma, o planeamento probabilístico fornece uma distribuição de probabilidades para o tempo de conclusão do projeto, levando em conta a incerteza inerente a cada atividade e a sua interdependência (Nicholson, 1971). Isso permite que os gestores de projetos tenham uma compreensão mais abrangente dos riscos associados ao cronograma e implementem estratégias de mitigação apropriadas.

Além disso, o planeamento probabilístico oferece uma visão mais clara das prioridades e das áreas críticas do projeto. Os gestores podem identificar as atividades mais sensíveis a atrasos e recursos, permitindo que se concentrem nas áreas-chave para minimizar o impacto negativo no cronograma geral

(Feiler, 1972). Por exemplo, num projeto de construção, a análise probabilística pode revelar que a disponibilidade de mão de obra qualificada é um fator crítico para a conclusão dentro do prazo. Dessa forma, os recursos podem ser alocados de maneira mais eficiente para garantir a conclusão oportuna do projeto.

Porém, é importante reconhecer que o planeamento probabilístico também apresenta desafios e limitações. Um dos principais obstáculos é a necessidade de dados precisos e confiáveis para alimentar modelos de simulação. A falta de histórico ou informações inadequadas podem comprometer a precisão das previsões probabilísticas, conduzindo a resultados imprecisos. Além disso, a complexidade computacional pode ser uma barreira para a implementação prática em projetos de grande escala, exigindo recursos significativos de hardware e software.

No entanto, tanto a curto quanto a longo prazo, um planeamento robusto tem uma série de vantagens palpáveis. A curto prazo, permite a identificação de potenciais obstáculos e a implementação de medidas corretivas, evitando atrasos e custos adicionais. Além disso, possibilita uma alocação eficiente de recursos, garantindo que cada etapa do projeto seja executada de maneira fluida e coordenada.

Já a longo prazo, um planeamento bem elaborado contribui para a maximização da eficiência operacional ao longo de todo o ciclo de vida da obra. Ao prever com precisão os recursos necessários e os prazos de execução, promove-se uma gestão financeira mais sólida e uma tomada de decisão informada, reduzindo o risco de imprevistos e minimizando os custos adicionais.

2.2 MÉTODOS DE PLANEAMENTO

Ao longo do tempo, têm sido desenvolvidas técnicas e métodos para auxiliar o planeamento, visando antecipar possíveis contratempos que possam afetar a conclusão do projeto dentro do prazo estabelecido e evitar custos excessivos. Estes instrumentos permitem uma melhor previsão e gestão dos desafios que podem surgir durante a execução do projeto, contribuindo, assim, para a eficiência e sucesso global da empreitada.

E, portanto, na gestão de projetos de construção, a utilização de métodos de planeamento, como o Diagrama de Gantt, o Método do Caminho Crítico (CPM) e o método PERT (Program Evaluation and Review Technique), desempenham um papel crucial.

2.2.1 GANTT

Criado no início do século XX, o Diagrama de Gantt, concebido por Henry Gantt, oferece uma representação visual das tarefas ao longo do tempo, permitindo uma fácil identificação das dependências entre atividades e marcos significativos (Ramachandran & Karthick, 2019).

O Diagrama de Gantt é uma representação gráfica das várias etapas de um projeto, sendo delineado por barras horizontais que indicam as datas de início e conclusão de cada atividade. Além de destacar as atividades individuais, este gráfico permite identificar aquelas designadas para equipas específicas de trabalho. Embora tenha permanecido praticamente inalterado por um longo período, o Diagrama de Gantt sofreu modificações significativas nos anos 90, principalmente com a adição de conexões entre as barras, tornando-se assim uma ferramenta analítica poderosa para a gestão de projetos. Outras funcionalidades essenciais incluem a avaliação dos custos do projeto, fornecendo uma visão detalhada dos recursos necessários para cada atividade e a capacidade de comparar o planeado com o realizado em relação às datas previstas para todas as atividades do projeto. Com o Diagrama de Gantt, é possível

realizar uma avaliação abrangente do projeto, tanto do ponto de vista financeiro quanto do acompanhamento do progresso, identificando atrasos ou avanços conforme necessário (Maylor, 2001).

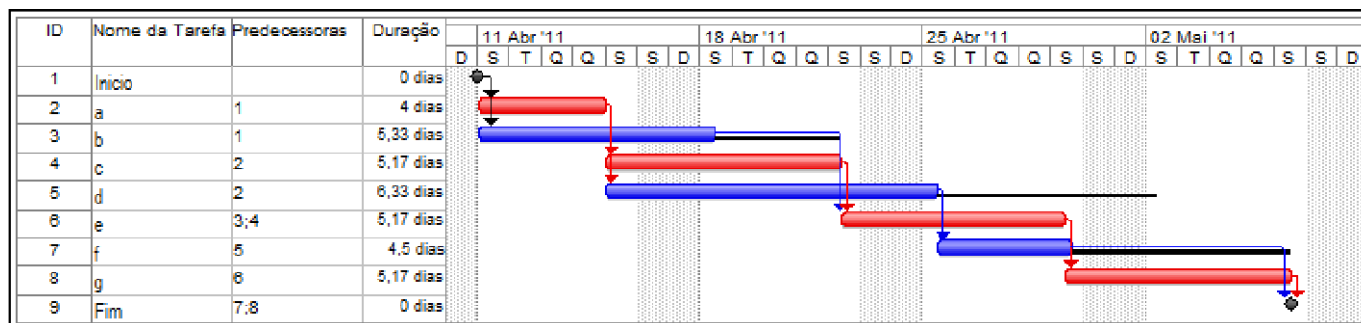


Figura 1 - Exemplo de um Gráfico de Gantt (Moreira, 2011)

Analisando a Figura 1, é possível compreender que o comprimento das barras é diretamente proporcional ao tempo necessário para a conclusão de cada tarefa. É, portanto, necessário uma boa gestão e planeamento para compreender as ligações que existem entre as diferentes atividades e quais se podem suceder de forma que o trabalho progrida da forma mais eficiente possível.

Para além do diagrama, o planeamento também pode ser realizado em forma de tabela. Uma diferença entre o diagrama e a tabela é o facto de que a tabela não permite a interdependência das várias tarefas, por forma a dar continuidade em caso de alteração.

Antes de estabelecer a duração de cada atividade e os seus sucessores e antecedentes, é fundamental, inicialmente, definir o objetivo do projeto e identificar as atividades envolvidas. Essa etapa é essencial para uma visualização clara e precisa do planeamento do projeto em questão, permitindo uma compreensão abrangente das tarefas necessárias para a sua execução.

2.2.2 MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO (CPM)

O Método do Caminho Crítico (CPM) é uma abordagem matemática para determinar a sequência de atividades mais longa e crítica para a conclusão do projeto. Este método, desenvolvido na década de 1950, é utilizado para determinar a sequência mais eficiente de atividades em um projeto, identificar as tarefas que têm impacto direto no tempo total de conclusão e calcular a folga disponível em cada atividade (Kerzner, 2022).

Uma das maiores vantagens do Método do Caminho Crítico (CPM) reside na sua capacidade de proporcionar uma visão clara e visual do projeto, permitindo aos gestores que identifiquem rapidamente as atividades críticas e as não críticas. Para além do mais, o CPM facilita a alocação eficiente de recursos, uma vez que, os gestores podem concentrar os seus esforços e recursos nas atividades críticas para garantir que sejam concluídas dentro do prazo. No entanto, o CPM também apresenta algumas desvantagens, por exemplo, o CPM requer uma estimativa precisa da duração de cada atividade e as suas dependências, o que pode ser difícil de obter em projetos complexos e dinâmicos.

Outra desvantagem presente neste método é o facto de que este método assume que as atividades não podem ser interrompidas e que os recursos são ilimitados, o que nem sempre se verifica na prática. Apesar dessas limitações, o CPM continua a ser uma ferramenta poderosa e amplamente utilizada na gestão de projetos de engenharia e construção, proporcionando uma estrutura sólida para o planeamento e controlo dos cronogramas.

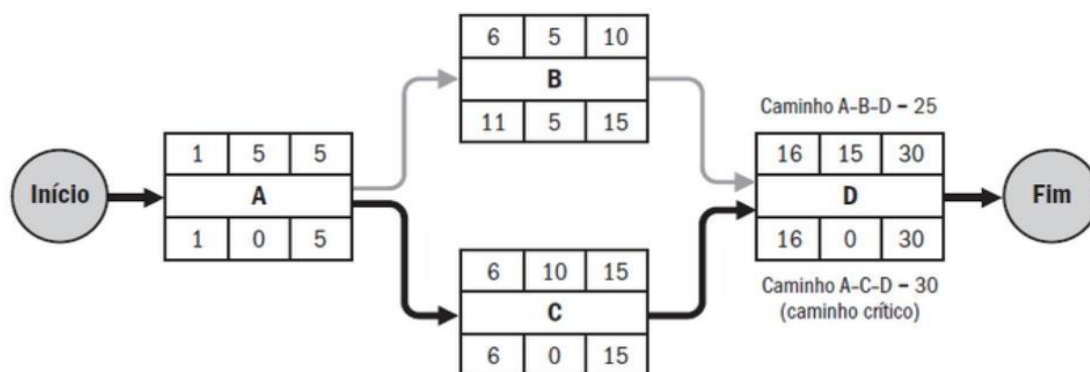


Figura 2 - Diagrama do Método do caminho crítico, adaptado (Meira, 2022)

O caminho crítico consiste em uma sequência de atividades que determina a duração mínima do projeto. De forma a compreender melhor como funciona o Método do Caminho Crítico, é importante identificar as atividades representadas no diagrama e suas relações de precedência. Cada atividade é representada por uma letra no diagrama, enquanto as relações entre atividades são indicadas por setas direcionadas, representando o fluxo de trabalho de uma atividade para outra, como é possível verificar na Figura 2. Ao seguir as setas, é possível determinar a sequência lógica das atividades e identificar quais atividades devem ser concluídas antes que outras possam começar.

Além disso, é crucial calcular as datas de início e término, na sua versão mais otimista e mais pessimista para cada atividade. Ao calcular essas datas, é possível identificar o caminho crítico do projeto.

Qualquer atraso numa atividade do caminho crítico resultará num atraso no projeto como um todo e, portanto, é essencial monitorizar e gerir as atividades do caminho crítico com atenção para garantir o cumprimento dos prazos do projeto.

2.2.3 PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)

Tal como o próprio nome indica, o PERT é uma técnica de avaliação de projetos e de auxílio à sua revisão que consiste numa abordagem probabilística que visa estimar a duração de um projeto, levando em consideração a incerteza associada às estimativas de tempo das atividades individuais. A maior diferença em relação ao CPM reside na consideração das tarefas como variáveis aleatórias, o que oferece informações probabilísticas; ou seja, as durações das atividades estão associadas a probabilidades de ocorrência (Faria, J.A, 2014).

O PERT baseia-se em três estimativas de tempo para cada atividade: otimista, mais provável e pessimista. Com base nessas estimativas, é possível calcular um valor ponderado para a duração de cada atividade, utilizando técnicas de análise probabilística.

As estimativas de duração das atividades, geralmente, são baseadas em dados históricos, experiências passadas ou estimativas de especialistas. No entanto, é essencial reconhecer que essas estimativas podem conter incertezas e variabilidades. Portanto, é prudente realizar análises de sensibilidade para avaliar como as variações nas durações das atividades podem impactar o cronograma do projeto (Huang & Chen, 2006).

Essa abordagem permite uma gestão mais eficaz do risco e da incerteza associados ao cronograma do projeto, pois fornece uma noção mais realista da duração do projeto e da probabilidade de cumprir os prazos estabelecidos. Além disso, em semelhança ao CPM, o PERT também permite a identificação do caminho crítico do projeto, facilitando o foco dos esforços da gestão nas atividades mais importantes para o cumprimento dos prazos (Chase et al., 2006, p. 245).

A duração pessimista (b) representa o tempo máximo estimado para a conclusão de uma tarefa, considerando situações imprevistas ou adversas. Por outro lado, a duração mais provável (m) reflete o tempo esperado para a conclusão da tarefa em condições normais, enquanto a duração otimista (a) indica o tempo mínimo necessário para a sua realização, presumindo circunstâncias favoráveis (Silva, 2010). O segundo valor, "Mais Provável", corresponde à média da duração da tarefa, caso esta fosse executada múltiplas vezes. Os outros dois valores representam o intervalo de confiança de 90% para a duração da tarefa. Uma vez determinados esses três tempos, é possível determinar o tempo médio de uma atividade, considerando uma abordagem ponderada que leva em conta as probabilidades associadas a cada cenário. Esse cálculo é fundamental para o planeamento e a gestão eficaz de projetos, permitindo uma estimativa mais precisa do tempo necessário para a conclusão de cada atividade e do projeto como um todo (Liu, 2013).

$$\mu = \frac{a + 4M + b}{6} \quad (1)$$

A incerteza associada à duração de uma tarefa pode ser avaliada por meio da variância, pois a diferença entre a duração otimista e pessimista reflete a amplitude do intervalo de possíveis cenários. Quanto maior essa diferença, maior é a incerteza em relação à capacidade da tarefa de ser concluída dentro da duração média esperada.

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2 \quad (2)$$

Como ilustrado na Figura 3, apresento dois casos exemplares: caso A e caso B. No caso A, observa-se uma variância significativamente maior em comparação ao caso B. Essa diferença implica numa probabilidade menor de que o caso A atinja a duração média, ao passo que no caso B, a probabilidade é mais favorável.

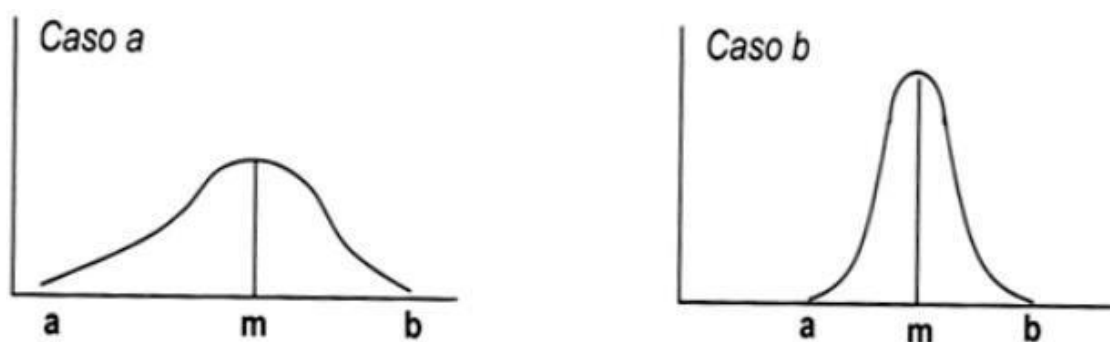


Figura 3- Distribuições sobre a duração de uma tarefa PERT (Silva, 2010)

Na aplicação do PERT, é essencial destacar que é possível empregar distribuições normais, triangulares ou, na ausência de informações precisas, uma distribuição Beta, representada na figura 4, frequentemente escolhida pela sua praticidade computacional. As expressões para determinar o valor médio e variância da distribuição normal podem ser adaptadas para distribuições diferentes, contanto que sejam padronizadas para uma curva normal equivalente (Silva, 2010).

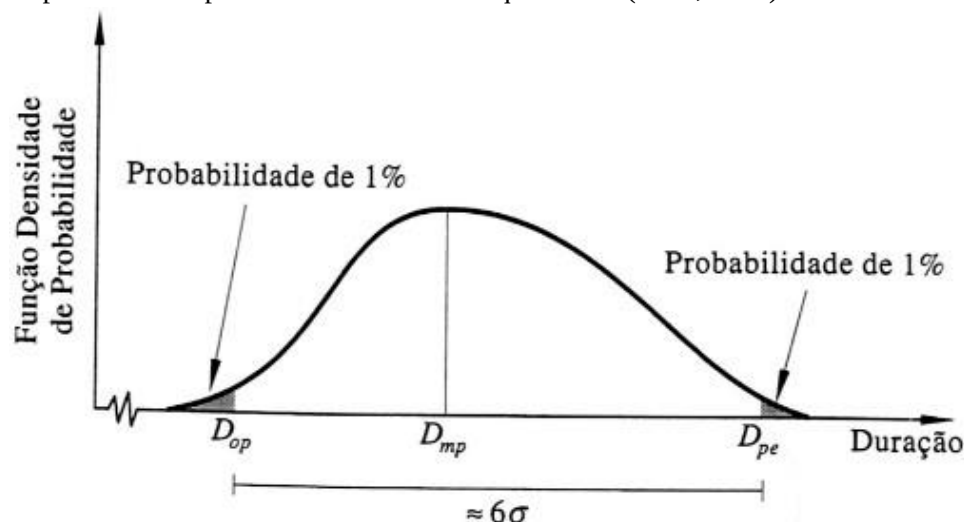


Figura 4- Distribuição Beta (Silva, 2010)

2.2.4 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A simulação de Monte Carlo é uma técnica estatística usada para modelar a probabilidade de resultados em situações incertas e complexas. Este método é utilizado em várias áreas, incluindo a engenharia e o planeamento de obras, consistindo na realização de experiências computacionais repetidas, de forma a obter uma distribuição estatística dos resultados possíveis. Esta ferramenta é útil para estimar a duração de projetos uma vez que, leva em conta as incertezas, possibilitando uma tomada de decisão mais consciente (Avlijaš, 2019).

Esta abordagem baseia-se em iterações numéricas, que envolvem um processo repetitivo, onde o aumento do número de tentativas resulta em uma aproximação cada vez mais precisa da solução real. No contexto da análise de risco, essa técnica amplia o método PERT/CPM, ao calcular as probabilidades de atrasos no cronograma e, simultaneamente, identificar as atividades que compõem o caminho crítico.

Dessa forma, é possível realizar um estudo abrangente sobre os custos e prazos envolvidos na obra (Silva, 2010).

2.3 PROGRAMAS DE COMPUTADOR DE PLANEAMENTO

A introdução das plataformas digitais no planeamento de obras marcou uma revolução significativa na forma como os projetos de engenharia são concebidos, geridos e executados. Estas plataformas, caracterizadas pela sua capacidade de integrar dados em tempo real, facilitam a coordenação entre diferentes partes interessadas, otimizando o fluxo de trabalho e permitindo uma tomada de decisão mais informada e precisa ao longo de todo o ciclo de vida do projeto (Oke, Arowoia, & Akomolafe, 2020).

Uma das principais características das plataformas digitais é sua capacidade de centralizar informações e comunicação, permitindo uma colaboração mais eficaz entre todos os membros da equipa de projeto, incluindo arquitetos, engenheiros, empreiteiros, subempreiteiros e clientes, independentemente da sua localização geográfica (Wang & Chen, 2023). Por exemplo, sistemas de gestão de projetos baseados em nuvem facilitam o acesso e a partilha de documentos, planos e atualizações em tempo real, eliminando a necessidade de troca de informações por meio de métodos tradicionais. Isso não só agiliza o processo de tomada de decisões, mas também reduz a probabilidade de erros causados por comunicação inadequada ou falta de informação.

Além disso, as plataformas digitais oferecem recursos avançados de modelagem e simulação que permitem aos engenheiros e gestores de projeto visualizar o progresso da obra em um ambiente virtual (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018). Modelagem de informação da construção (BIM), por exemplo, permite a criação de modelos tridimensionais detalhados que integram informações sobre todos os aspetos do projeto, desde a geometria do edifício até aos materiais utilizados. Esses modelos não apenas ajudam na deteção precoce de conflitos e inconsistências, mas também permitem a análise de diferentes cenários e opções de projetos antes mesmo do início da construção física, economizando tempo e recursos preciosos.

As plataformas digitais representam, portanto, uma mudança de paradigma no planeamento de obras, oferecendo uma abordagem mais integrada, colaborativa e orientada por dados para a gestão de projetos de construção. Aproveitar as vantagens destas tecnologias inovadoras permite aos profissionais da indústria da construção não apenas enfrentar os desafios atuais com mais eficácia, mas também estar bem preparados para os desafios futuros que surgirão num ambiente que está em constante evolução (Pritchard, 2013).

2.3.1 MS PROJECT

O Microsoft Project é uma ferramenta de gestão de projetos amplamente utilizada em diversas áreas, incluindo a engenharia e a construção. Este software oferece uma série de funcionalidades poderosas que facilitam o planeamento, execução e controlo de projetos. Uma das principais vantagens do Microsoft Project é que oferece uma interface intuitiva que permite aos utilizadores criar cronogramas detalhados, atribuir recursos, acompanhar o progresso das atividades e fazer a gestão orçamental, o que ajuda a garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo e dos custos estabelecidos. Para tal, o MS Project usa recursos como gráficos de Gantt e ferramentas de análise de caminho crítico, facilitando a visualização e o acompanhamento do progresso do projeto, tornando-o, portanto, uma escolha popular entre os profissionais da área. Por exemplo, na gestão de uma obra de construção, o Microsoft Project

(Versão final)

permite aos gestores visualizarem facilmente a sequência de tarefas, desde a preparação do terreno até à conclusão da obra, identificando as atividades críticas e prazos importantes. (Kerzner, 2022).

Uma das principais funcionalidades deste software é facilitar a gestão das atividades de um projeto, tornando o processo intuitivo e simples de executar. Numa folha de cálculo, registam-se as tarefas associadas a um projeto, em conformidade com o planeamento e os volumes previstos. Nesta fase, estabelece-se uma sequência lógica e eficaz para as atividades, atribuindo a cada uma delas precedências (Barbosa, 2021).

Após finalizar esta tarefa, passa-se à determinação da duração específica de cada atividade. O software realiza automaticamente o cálculo das datas de início e de conclusão de cada uma delas, mantendo sempre a ordem lógica previamente definida. A Figura 5 ilustra um exemplo detalhado do processo de caracterização das tarefas (Jacobson e Kinser, 2017).

	Nome da Tarefa	Duration	Start	Finish	Predecess
1	▲ COBERTURAS EXTENSÃO SAUDE GERAZ DO LIMA	22 d?	Mon 27/11/17	Tue 26/12/17	
2	Auto consignação	0 d	Mon 27/11/17	Mon 27/11/17	
3	▲ TELHADO NORTE	22 d	Mon 27/11/17	Tue 26/12/17	
4	Remoção de telhado	3 d	Tue 28/11/17	Thu 30/11/17	10
5	Limpeza da laje	2 d	Fri 01/12/17	Mon 04/12/17	4
6	Colocação de novo telhado	5 d	Thu 07/12/17	Wed 13/12/17	8
7	Limpezas de rufos e caleiros	2 d	Fri 01/12/17	Mon 04/12/17	4
8	Reparação de rebocos	2 d	Tue 05/12/17	Wed 06/12/17	7
9	Pintura de beirado	3 d	Fri 22/12/17	Tue 26/12/17	6
10	Montagem e desmontagem de andaime	1 d	Mon 27/11/17	Mon 27/11/17	2
11	PSS	1 d	Mon 27/11/17	Mon 27/11/17	2
12	▲ TELHADO NASCENTE/POENTE	18 d?	Fri 01/12/17	Tue 26/12/17	
13	Remoção de telhado	6 d	Fri 01/12/17	Fri 08/12/17	4
14	Limpeza da laje	3 d	Tue 05/12/17	Thu 07/12/17	7
15	Colocação de novo telhado	9 d	Thu 14/12/17	Tue 26/12/17	6
16	Limpezas de rufos e caleiros	2 d	Fri 15/12/17	Mon 18/12/17	7
17	Montagem e desmontagem de andaime	1 d?	Tue 26/12/17	Tue 26/12/17	10
18	▲ COBERTURAS PLANAS 1 E 2	6 d	Tue 19/12/17	Tue 26/12/17	
19	Limpeza de coberturas	3 d	Tue 19/12/17	Thu 21/12/17	16
20	Limpeza de rufos e tubos queda	3 d	Fri 22/12/17	Tue 26/12/17	19
21	Auto receção provisória	0 d	Tue 26/12/17	Tue 26/12/17	20

Figura 5- Representação da vista de tarefas no Microsoft Project (Barbosa,2021)

O principal propósito deste processo é a criação do Gráfico de Gantt, uma ferramenta visual amplamente valorizada na gestão de projetos. A conceção deste gráfico é uma metodologia extremamente eficaz, que permite consolidar uma vasta gama de informações de maneira acessível e transparente. Para desenvolver o Gráfico de Gantt, é crucial estabelecer uma ordem lógica para as tarefas que serão executadas, atribuindo a cada uma um período estimado. Este instrumento oferece ao gestor do projeto informações pormenorizadas, facilitando a tomada de decisões estratégicas para otimizar o processo construtivo de um empreendimento. A Figura 6 exibe um exemplo específico deste gráfico, ilustrando visualmente a organização e a interdependência das tarefas dentro do projeto.

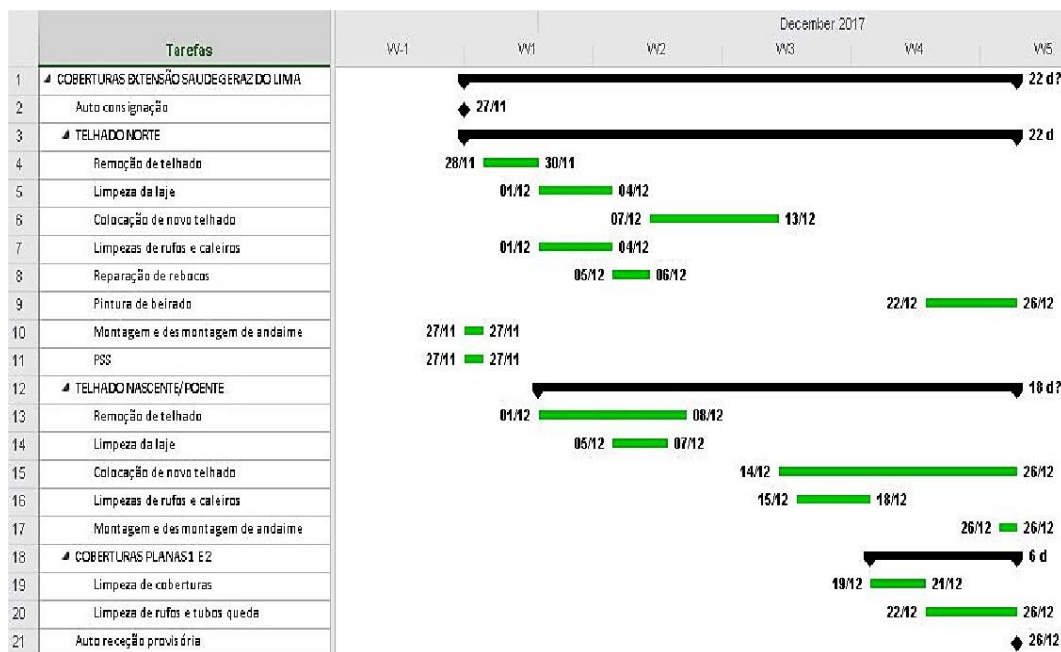


Figura 6- Exemplo Gráfico Gantt no MS Project (Barbosa,2021)

A funcionalidade de alocar e supervisionar recursos é crucial neste software. Para começar, é necessário estabelecer uma lista de recursos que abrange equipamentos, mão de obra e materiais essenciais para cada atividade, conforme demonstrado na Figura 7. Esta lista é detalhada com informações completas sobre cada recurso, incluindo nome, o tipo e os custos envolvidos, que podem ser calculados por item ou acumulados. Quanto aos tipos de recursos, há três categorias principais: "trabalho", relacionado à mão de obra ou equipamentos; "material", necessário para provisões essenciais; e "recurso de custo", que inclui despesas como aluguer de espaço para armazenamento dos materiais.

Nome do Recurso	Type	Material Label	Initials	Group
Encarregado	Work		ENC	mo
Técnico de Segurança	Work		TS	mo
Servente	Work		S	mo
Pintor	Work		P	mo
Equip apoio pintor	Work		E	eq
Trolha	Work		T	mo
Equip. apoio trolha	Work		E	eq
Picheleiro	Work		P	mo
Andaimes	Work		A	eq
Director de obra	Work		D	mo
Tubos vazamento residuos	Work		T	eq
Camião	Work		C	eq
Guincho	Work		G	eq
Equip. apoio picheleiro	Work		E	eq
Montador de andaime	Work		M	mo

Figura 7- Exemplo de uma lista de recursos no MS Project (Barbosa,2021)

(Versão final)

Após a identificação e especificação dos recursos necessários, é imperativo proceder à sua alocação às atividades que foram definidas anteriormente. A alocação de um recurso a uma atividade significa que este ficará encarregado de realizar ou supervisionar a execução da mesma. Depois de atribuir os recursos a cada tarefa específica, o software de gestão de projetos bloqueia automaticamente esses recursos. Este bloqueio assegura que os recursos designados não estarão disponíveis para outras atividades em simultâneo, evitando sobreposições e garantindo que cada recurso é utilizado exclusivamente para a tarefa a que foi atribuído, conforme ilustrado na Figura 8.

Nome da Tarefa	Resource Names
▲ COBERTURAS EXTENSÃO SAUDE GERAZ DO LIMA	
Auto consignação	Director de obra
▲ TELHADO NORTE	
Remoção de telhado	Encarregado; Servente; Andaimes; Equip. apoio trolha; Trolha; Tubos vazamen
Limpeza da laje	Servente; Andaimes; Camião
Colocação de novo telhado	Encarregado; Trolha; Andaimes; Camião; Equip. apoio trolha; Guincho; Servente
Limpezas de rufos e caleiros	Picheleiro; Servente; Equip. apoio picheleiro[50%]
Reparação de rebocos	Servente; Andaimes; Equip. apoio trolha; Trolha
Pintura de beirado	Equip. apoio pintor; Pintor; Andaimes; Servente
Montagem e desmontagem de andaime	Andaimes; Servente; Montador de andaime[50%]; Encarregado[33%]
PSS	Técnico de Segurança
▲ TELHADO NASCENTE/POENTE	
Remoção de telhado	Encarregado; Servente; Equip. apoio trolha; Andaimes; Trolha; Tubos vazamen
Limpeza da laje	Camião; Andaimes; Servente
Colocação de novo telhado	Encarregado; Servente; Trolha; Andaimes; Camião; Equip. apoio trolha; Guincho
Limpezas de rufos e caleiros	Equip. apoio pintor; Pintor; Andaimes; Servente
Montagem e desmontagem de andaime	Andaimes; Servente; Montador de andaime[50%]
▲ COBERTURAS PLANAS 1 E 2	
Limpeza de coberturas	Servente; Equip. apoio trolha; Trolha
Limpeza de rufos e tubos queda	Servente; Picheleiro; Equip. apoio picheleiro[50%]
Auto recepção provisória	Director de obra

Figura 8- Exemplo da atribuição de recursos a atividades no MS Project (Barbosa,2021)

Outra característica do MS Project é que este permite somente 2 tipos de atribuição de dias: dias de trabalho e dias de descanso, no entanto, é possível definir um horário excecional para um dia ou período específico.

A estrutura hierárquica é estabelecida através de uma disposição alinhada à esquerda, acompanhada por espaçamentos crescentes para cada nível subsequente, indicando uma diminuição na hierarquia. Com exceção do nível inicial, todos os níveis subsequentes podem conter atividades atribuídas. O encadeamento dessas atividades é feito através da referência do número da linha a que pertence a atividade.

No que diz respeito aos avanços e atrasos, no Microsoft Project (MSP), o registo de avanços ou atrasos é realizado mediante a inserção de valores na coluna designada como "lag". Neste contexto, a coluna de "lag" representa o intervalo temporal entre o término de uma atividade predecessora e o início da atividade sucessora. A forma de introdução desses valores difere do padrão convencional de sinalização com um símbolo "+" para avanços e "-" para atrasos, seguido de um número inteiro. Esta abordagem oferece uma representação mais precisa e detalhada dos ajustes temporais necessários para garantir a sequência adequada das atividades no cronograma do projeto.

No Microsoft Project (MSP), a fim de facilitar o ajuste contínuo do planeamento e a monitorização das atualizações realizadas ao longo do tempo, é essencial realizar o processo de gravação do projeto e manter cópias de segurança de cada atualização subsequente. Isso significa que, à medida que são feitas alterações no projeto, é necessário salvar os dados atualizados periodicamente para registar o progresso e as modificações feitas. Essa prática é fundamental para preservar um histórico detalhado das evoluções do projeto, permitindo uma análise retrospectiva das mudanças implementadas ao longo do tempo. Ao manter cópias armazenadas, os gestores de projeto podem garantir a integridade dos dados e ter a capacidade de reverter para versões anteriores, se necessário, proporcionando uma gestão mais robusta e transparente do cronograma e das atividades do projeto (Pinto, 2013).

Além disso, o planeamento probabilístico no MS Project permite uma alocação mais eficiente de recursos, pois os gestores de projeto podem identificar quais as tarefas que têm maior incerteza associada e alocar recursos de acordo com essas necessidades. Isso ajuda a evitar a sub ou super alocação de recursos, maximizando assim a eficiência operacional e minimizando os custos desnecessários. Uma das formas pelas quais o planeamento probabilístico pode ser aplicado no MS Project é através do uso de estimativas de três pontos para as durações das tarefas. Em vez de fornecer uma única estimativa para a duração de uma tarefa, os gestores de projeto podem fornecer três estimativas: otimista, mais provável e pessimista.

O software pode calcular automaticamente uma estimativa de duração mais realista com base nessas três entradas, tendo em consideração a distribuição subjacente. Isso permite uma avaliação mais precisa dos prazos do projeto e uma melhor gestão de riscos.

Um dos principais benefícios do planeamento probabilístico no MS Project é a capacidade de fornecer previsões mais realistas e confiáveis sobre a conclusão do projeto. Ao levar em consideração a incerteza e a variabilidade inerentes ao projeto, os gestores de projeto podem identificar potenciais pontos de estrangulamento mais cedo no processo e adotar medidas proativas para mitigar esses riscos. Isso pode levar a uma redução do risco de atrasos e custos adicionais, aumentando assim a probabilidade de sucesso do projeto como um todo (Nicholson, 1971).

E, portanto, a necessidade de dados históricos e experiência prévia para alimentar os modelos probabilísticos de forma eficaz é um desafio. Em muitos casos, os projetos podem não ter dados suficientes disponíveis, por exemplo, no uso de uma nova técnica de construção, para que os modelos probabilísticos sejam completamente precisos. Isso pode levar a estimativas imprecisas e resultados inesperados, prejudicando a utilidade do planeamento probabilístico (Vajjhala, 2012).

Além disso, o Microsoft Project pode não ser adequado para projetos extremamente complexos, onde é necessário um nível mais avançado de funcionalidades de gestão de projetos. Por exemplo, em projetos de grande escala com múltiplas equipas e recursos, outras ferramentas de gestão de projetos mais avançadas podem ser mais adequadas do que o Microsoft Project.

O software MS Project oferece também outros recursos, como:

- Estabelecer relações de dependências entre as atividades do projeto, utilizando diferentes tipos de relações de precedência, como Fim-Começo, Começo-Começo, Fim-Fim e Começo-Fim.
- Possibilidade em definir a duração de cada tarefa, combinada com as relações de precedência, permitindo a identificação do caminho crítico do projeto.
- Atribuição de hierarquia às tarefas, o que facilita a criação da estrutura da divisão do trabalho do projeto.
- Alocação de recursos humanos, equipamentos e materiais para as atividades do projeto, facilitando a determinação dos custos associados a cada uma delas. Os custos associados podem ser classificados como fixos ou variáveis, conforme influenciados pela flutuação na extensão temporal das tarefas e pelos custos horários atribuídos a cada recurso.

(Versão final)

2.3.2 CCS CANDY

O CCS Candy é outra ferramenta de gestão de projetos amplamente reconhecida na indústria da construção. Desenvolvido pela empresa Construction Computer Software, o software foi projetado especificamente para atender às necessidades do setor de construção civil, oferecendo uma ampla gama de funcionalidades para o planeamento, controlo e gestão de obras. Uma das características mais proeminentes do CCS Candy é a sua capacidade de integrar todas as fases de um projeto, desde o orçamento inicial até à conclusão.

No que toca à visualização e configuração do programa em si, pode-se dizer que o CCS Candy consegue ser bastante semelhante ao MS Project. Contudo, nas visualizações que incluem tabelas, no MS Project é possível adicionar ou ocultar colunas a qualquer momento e de forma bastante intuitiva e rápida enquanto, no CCS Candy só é possível configurando o tipo de visualização no gestor de ficheiros. Este permite adicionalmente 4 tipos diferentes de atribuição de dias: dias de trabalho, dias de fim de semana, dias de descanso e dias de férias, mas ao contrário do MS Project, este não permite definir um horário excecional de trabalho para um dia ou período específico.

Neste software, uma prática comum é a atribuição automática de códigos específicos às atividades inseridas no programa. Estes códigos são divididos em três agrupamentos de códigos:

- BILL Code: Código de Zona/Lugar de Trabalho
- TASK Code: Código de atividade (Tarefas)
- COST Code: Código de Custo

Estes códigos são designados para identificar unicamente cada atividade e podem ser ajustados ou modificados pelo utilizador de acordo com as necessidades do projeto. É importante salientar que, ao contrário de alguns sistemas onde os códigos refletem a hierarquia das tarefas, no CCS Candy os códigos atribuídos às atividades, são definidos através de letras e não são influenciados pela sua posição na hierarquia do projeto, para além de serem numerados de 1 a 9. São utilizados principalmente para facilitar o encadeamento adequado das atividades, garantindo uma sequência lógica e ordenada no planeamento e execução do projeto.

Através do recurso Document Manager, como evidenciado na Figura 9, os utilizadores têm a capacidade de visualizar a representação gráfica do Standard Bar Chart, também conhecido como Gráfico de Barras Padrão. Este gráfico desempenha um papel crucial na gestão de projetos, fornecendo uma representação visual das atividades planeadas ao longo do tempo. Ao abrir esta visualização, os utilizadores têm à sua disposição uma ferramenta poderosa para inserir e organizar as atividades do projeto. Através deste ambiente, é possível definir uma sequência lógica de tarefas e estabelecer as suas interdependências, criando assim uma estrutura coerente para a execução do projeto.

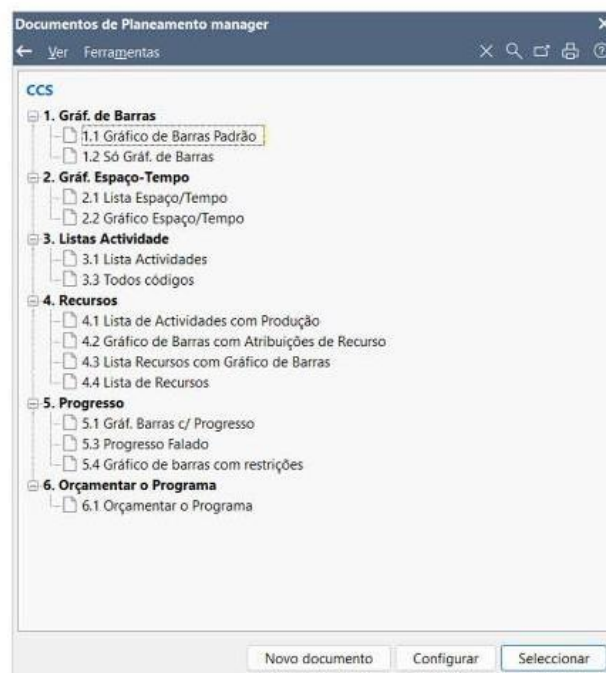


Figura 9- Gestor de documentos CCS Candy (Mordue, Swaddle, & Philp, 2016)

O programa, permite-nos, portanto, escolher a visualização que nós pretendemos. Assumindo que o tipo de visualização escolhida é a do gráfico de barras padrão, este tipo de visualização corresponde à divisão entre tabelas de informações do lado esquerdo e visualização do gráfico de Gantt do lado direito, como é possível verificar na Figura 11. No entanto, devemos configurar antes para selecionar as tabelas que pretendemos visualizar, como é demonstrado na Figura 10

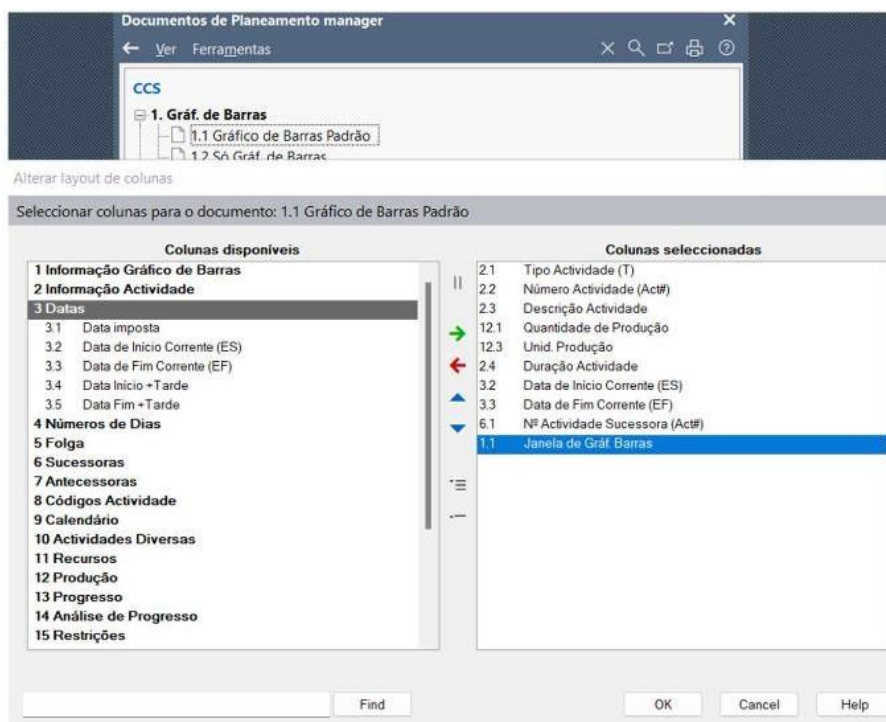


Figura 10- Configuração da janela de visualização no CCS Candy (Mordue, Swaddle, & Philp, 2016)

(Versão final)

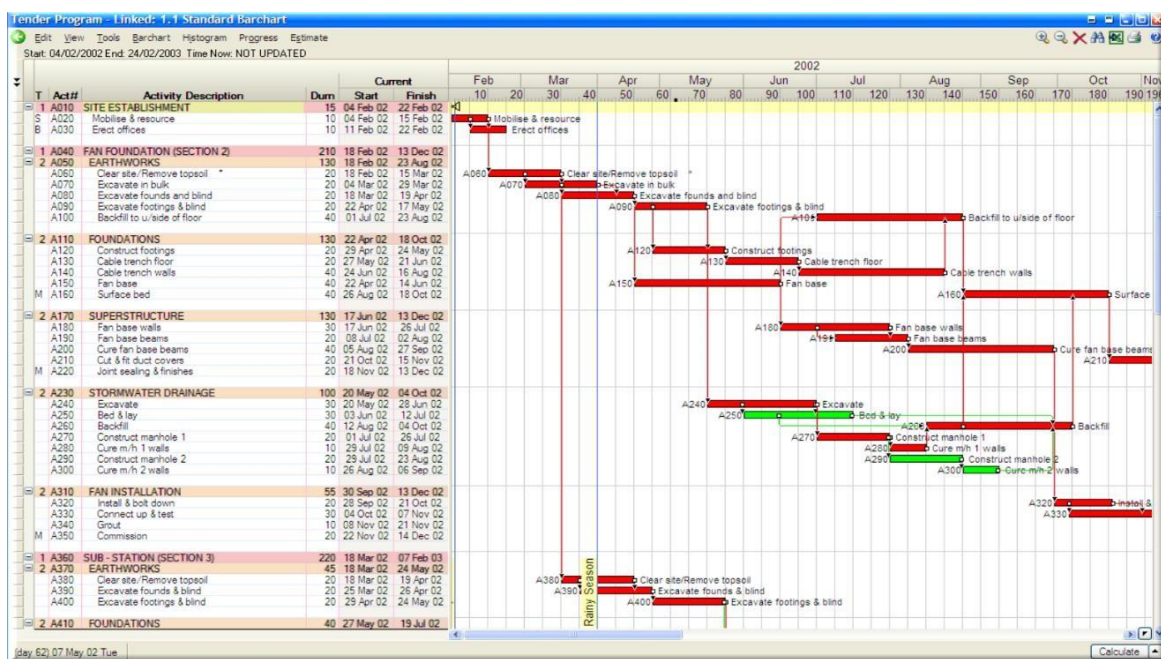


Figura 11 – Representação visual do planeamento, CCS Candy (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2006)

Como é ainda possível verificar na Figura 11, este software usa o Método do Caminho Crítico durante o planeamento, que é um sistema especializado para o setor da construção.

No contexto do software, durante o processo de atualização do projeto, é necessário inserir a data correspondente a cada nova modificação efetuada. Uma vez que uma atualização é introduzida no sistema, automaticamente é gerada uma linha vertical no gráfico de Gantt do projeto, indicando a data da atualização. Além disso, o gráfico de barras é sombreado na área que precede a data da atualização, fornecendo uma representação visual clara das mudanças introduzidas. Para cada nova atualização subsequente, uma nova linha vertical é criada, delineando a área sombreada entre a nova atualização e a última atualização anteriormente registada. Esse processo facilita a identificação das alterações feitas ao longo do tempo e fornece uma visão histórica do progresso do projeto, permitindo uma análise mais precisa e detalhada da sua evolução.

Este software também facilita a criação de orçamentos pormenorizados, possibilitando incluir todos os custos relacionados com materiais, mão de obra, equipamentos e subempreiteiros. Para assegurar que os custos se mantenham alinhados entre a contabilidade e a produção, é aconselhável utilizar o Código de Custos, que tem o propósito de espelhar precisamente os custos registados na contabilidade, provenientes de faturas, guias de entrega e outros registos diários.

O Código de Custos, ilustrado na Figura 12, é uma ferramenta essencial para assegurar que os custos envolvidos durante a execução do projeto estão alinhados com os registos contabilísticos. A utilização adequada do Código de Custos contribui para uma gestão financeira eficaz, fornecendo uma base sólida para análise e tomada de decisões. Ao manter a consistência e precisão na atribuição e registo dos custos, as organizações podem garantir uma gestão financeira transparente e informada, promovendo assim a eficiência e a rentabilidade do projeto.

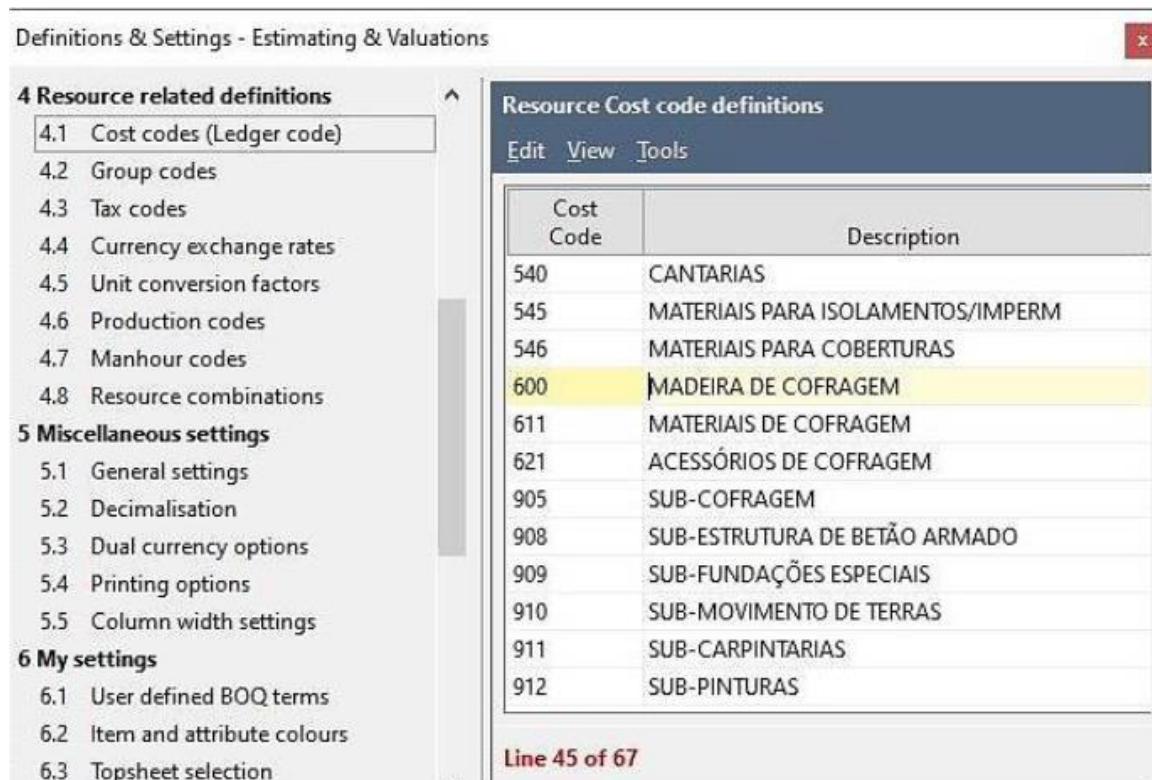


Figura 12- Definições dos códigos de custo (Barbosa, 2021)

O código de atividade (Task Code) é utilizado para organizar e classificar as atividades no Mapa de Trabalhos e Quantidades. Após definir os códigos, o utilizador atribui-os às atividades correspondentes. Isso ajuda na categorização e identificação das tarefas, facilitando a gestão do projeto. Na figura 13 e 14, é exemplificado uma codificação de atividades, tendo como um exemplo "Cofragemem Paredes".

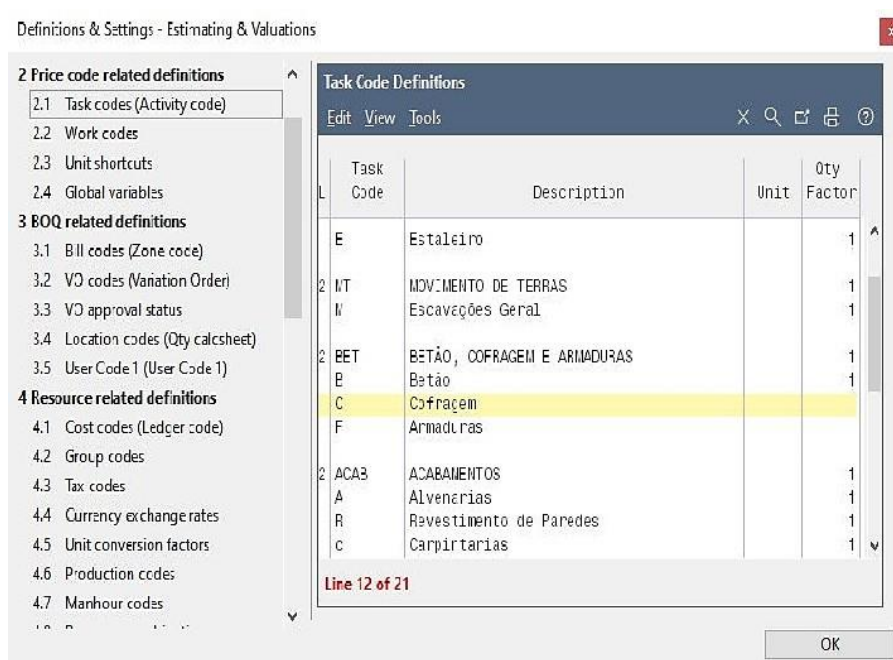


Figura 13- Definição de Códigos para tarefas no CCS Candy (Barbosa, 2021)

(Versão final)

L	Item	Bill description	Price Code	Trade T Factor	Task code	
					Code	Description
3	1.3	COFRAGEM				
	1.3.1	Cofragem em paredes	C1201	C 0 C		Cofragem

Figura 14- Associação de códigos das tarefas a uma atividade (Barbosa, 2021)

Além dos códigos mencionados anteriormente, o CCS disponibiliza uma alternativa para a definição de preços dos itens, utilizando uma base de dados de códigos de preços (Price Codes). Cada um deles, representa um preço unitário e contém uma descrição, medida e valor, que pode ser calculado como um valor único. Estes códigos são usados para os itens no Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) e seguem o mesmo método de cálculo utilizado para a criação de recursos através das folhas de trabalho. Desta forma, é levado em consideração os materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários para a execução do trabalho (Timelink, 2024).

Na Indústria da Construção, a elaboração de autos é uma prática comum, onde o gestor regista o progresso das atividades, o consumo de materiais e as horas trabalhadas. Estes registos são essenciais para o acompanhamento da obra e para questões financeiras, como pagamentos a fornecedores e receber pagamentos de clientes. No programa, o registo de autos é realizado através do separador "Avaliações", onde é possível criar e visualizar informações de cada auto. A folha do auto inclui detalhes como título, data, dia da semana e comentários na secção de avaliação, enquanto na secção de quantidades permitidas são apresentadas informações monetárias sobre o trabalho realizado até à data eo restante a ser executado.

2.2 Primary Valuation Entry												
Auto 1: ter 05 jan 2021												
L	Item	Bill description	Unit	Bill qty	Actual quantity		Claimed quantity		Paid quantity		Final quantity	Actual % Bill
					Previous	To-date	Previous	To-date	Previous	To-date		
2	1	ESTRUTURA E1										
3	1.1	MOVIMENTO DE TERRAS										
	1.1.1	Limpeza de terra vegetal	m2	3,600								

Figura 15- Exemplo do registo do auto (Barbosa, 2021)

Na Figura 15, está representado uma amostra de um registo das quantidades de trabalho já executado. Na parte esquerda da figura, estão referidas as atividades, incluindo a descrição da tarefa e a quantidade correspondente. No lado direito, são apresentadas as quantidades de trabalho já realizadas. Inicialmente, define-se a quantidade final, que pode diferir da medida inicial devido a erros de medição ou à descoberta de trabalho adicional durante a execução da tarefa. Em seguida, há três colunas de quantidades a serem preenchidas:

- Efetivamente produzida nesse tempo;
- Faturada nesse tempo;
- Paga nesse período.

Depois de inseridos os valores relevantes, o sistema realiza automaticamente o cálculo da percentagem de trabalho completo, que é exibida nas colunas de Percentagem Real Faturada e Percentagem Real Final. As quantidades de trabalho executadas são registadas na coluna à data estabelecida para cada uma das categorias, enquanto a coluna "Anterior" é atualizada de forma automática com os dados do relatório anterior.

(Versão final)

No que diz respeito aos fornecedores, os pagamentos podem estar vinculados a autos mensais, parcelas fixas ou a um montante máximo mensal. Um fator fundamental deste método é a inclusão entre os diferentes parâmetros, possibilitando a importação de dados de parte referente ao orçamento, da combinação entre este e o planeamento, ou através de inserção manual, ou ainda uma fusão destes. Isto resulta num modelo financeiro detalhado que indica os momentos de pagamentos e receitas (Barbosa, 2021).

No âmbito da gestão financeira, o módulo fluxo de caixa é usado para definir as condições de financiamento de um projeto de construção, facilitando uma melhoria acelerada e um acesso e gestão simplificados. Este módulo permite a definição dos vencimentos aos fornecedores e subempreitadas, considerando os custos previstos. No cálculo do financiamento, são suscetíveis a ser configuradas encargos financeiros, cauções, pagamentos antecipados e outras variáveis adicionais relevantes (Barbosa, 2021).

Por exemplo, o software facilita o acompanhamento e controlo do progresso do projeto em tempo real, permitindo que os gestores identifiquem rapidamente desvios em relação ao plano inicial e implementem medidas corretivas de forma proativa.

Em relação aos ajustes de avanços e atrasos, é importante destacar que, no CCS Candy, não é viável atribuir valores negativos para representar atrasos nas atividades. Em vez disso, o software oferece a opção de inserir os ajustes de tempo em colunas distintas, separadas para avanços e atrasos, o que proporciona uma metodologia mais clara e específica para o registo desses eventos temporais. Além disso, uma coluna adicional é dedicada à especificação da duração da ligação entre as atividades, conferindo uma maior precisão na definição das relações temporais entre os elementos do projeto. Essa diferenciação nos métodos de entrada de avanços e atrasos, juntamente com a inclusão de uma coluna para a duração das ligações, contribui para uma gestão mais eficiente e precisa do cronograma de projetos (Morim, 2022).

Apesar das suas limitações, o CCS Candy continua a ser uma ferramenta valiosa e altamente eficaz para o planeamento e gestão de obras, oferecendo uma solução abrangente e integrada para os desafios complexos enfrentados pela indústria da construção.

2.3.3 PRIMAVERA P6

O Primavera P6 é uma ferramenta amplamente reconhecida e utilizada na gestão de projetos de engenharia e construção. Desenvolvido pela Oracle, o software oferece uma variedade de recursos poderosos projetados especificamente para atender às complexas necessidades de planeamento e controlo de obras. Uma das principais vantagens do Primavera P6 é sua aptidão de lidar eficientemente com projetos de grande escala, onde múltiplas tarefas interdependentes precisam ser coordenadas e acompanhadas em detalhes. Isso é especialmente crucial no setor da construção, onde a sincronização de atividades, recursos e prazos é fundamental para o sucesso do empreendimento (Yakasai, 2023).

Uma das características mais notáveis do Primavera P6 é sua capacidade de criar e gerir uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP) detalhada. Entende-se por EAP uma decomposição hierárquica do trabalho a ser realizado num projeto. Esta ferramenta organiza as entregas e os elementos principais do projeto em níveis crescentes de detalhe, facilitando o planeamento, a gestão e o controlo. Por exemplo, num projeto de construção de um edifício, a EAP pode incluir as diferentes fases do projeto, como escavação, fundação, estrutura, acabamentos, etc. Cada uma dessas fases pode ser subdividida em tarefas específicas, como a instalação de sistemas elétricos ou a aplicação de revestimentos (Raghuwanshi & Paliwal, 2021).

O Primavera P6 oferece, portanto, recursos avançados de programação que permitem aos gestores de projeto criar cronogramas precisos e realistas. A capacidade de definir dependências entre tarefas, estabelecer datas de início e término, e alocar recursos de forma eficiente ajuda a evitar conflitos e atrasos, garantindo que o projeto

(Versão final)

prossiga de acordo com o que era previsto (Subramani & Ammai, 2018).

Em termos de visualização, o Primavera P6 proporciona uma diversidade de escolhas aos utilizadores para adaptarem a interface de acordo com suas preferências e necessidades. Por exemplo, é possível alternar entre diferentes tipos de visualização, como o gráfico de Gantt, que oferece uma representação cronológica das atividades do projeto, e o diagrama de rede, que mostra as relações de dependência entre as tarefas de forma mais visual e interativa. Além disso, o programa permite a personalização de layouts e cores para melhorar a legibilidade e compreensão dos dados apresentados.

O elemento central do Primavera P6 baseia-se na sua estrutura de planeamento, que utiliza o método do caminho crítico. No momento em que, um utilizador inicia um projeto nesta plataforma, são inseridas tarefas e os seus respetivos períodos, medidas temporais e datas-limite. Uma vez terminada esta fase inicial de introdução de dados, o Primavera P6 começa o procedimento aplicando o método do CPM. Este método considera a ordem das tarefas determinada pelos seus vínculos de precedência, juntamente com a data de início do projeto (Narlawar, Chaphalkar, & Sandbhor, 2019).

Desta forma, o sistema calcula as datas de início e de fim de cada atividade, bem como o possível atraso de cada uma delas sem comprometer a conclusão do projeto dentro do prazo. Esta funcionalidade é extremamente benéfica para o planeamento detalhado da execução das atividades e uma gestão eficiente da obra, uma vez que permite aos gestores identificar o caminho crítico do projeto e tomar decisões informadas para garantir o seu cumprimento dentro dos prazos estabelecidos.

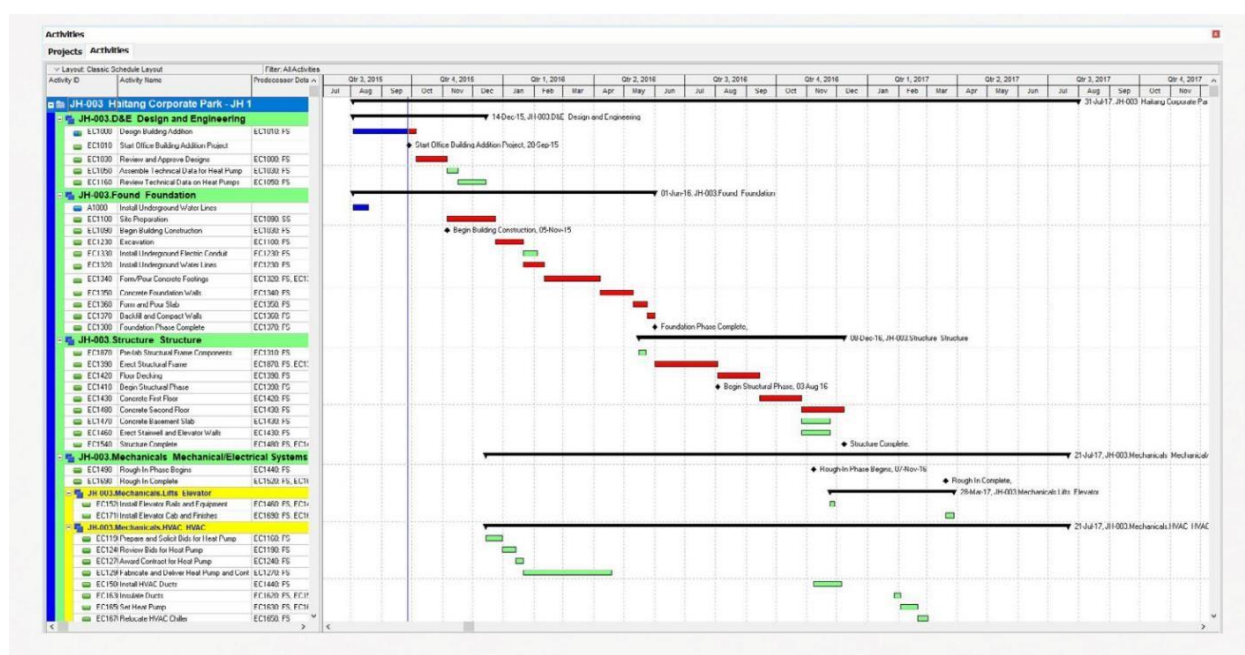


Figura 16- Esquema de planeamento no Primavera P6 (Oracle, 2024)

No software Primavera P6, o planeamento do projeto é fundamental, sendo realizado através da organização e gestão das atividades. Dentro de um projeto, as atividades são passíveis de serem agrupadas, filtradas, planeadas e organizadas por meio de uma estrutura de distribuição de tarefas. Essa abordagem permite a distribuição das atividades em categorias, as quais são estabelecidas pelo gestor e dispostas de forma hierárquica, conforme exemplificado na Figura 17. (Williams & Krazer, 2012).

WBS Code	WBS Name	Total Activities
EC00515	City Center Office Building Addition	71
EC00515.D&E	Design and Engineering	5
EC00515.Found	Foundation	10
EC00515.Structure	Structure	8
EC00515.Mechanica	Mechanical/Electrical Systems	19
EC00515.Mechan Elevator		2
EC00515.Mechan HVAC		11
EC00515.Mechan Plumbing and Electrical		4
EC00515.Ex-Finish	Exterior Finishes	12
EC00515.Ex-Finish Brick		7
EC00515.Ex-Finish Roof		1
EC00515.Ex-Finish Doors and Windows		2

Figura 17- Exemplo de uma estrutura de divisão de trabalhos no Primavera P6 (Krazer & Williams, 2012)

O Primavera, no que se refere à monitorização e controlo, realiza automaticamente o cálculo e a agregação de informações de valor agregado. O valor agregado é uma técnica de gestão de projetos que mede o desempenho e o progresso do trabalho realizado em comparação com o previsto. Ao ser calculado, é possível avaliar a eficiência dos recursos utilizados e identificar desvios no orçamento e no cronograma. Essa abordagem combina o custo previsto com o trabalho efetivamente executado, permitindo uma análise precisa a nível financeiro e do avanço do projeto. Assim, utilizando esta ferramenta, é viável obter uma série de valores relevantes relacionados, por exemplo, à mão-de-obra e ao custo total do projeto. (Santos, 2022).

General	Status	Resources	Predecessors	Successors	Codes	Notebook	Steps	Feedback	WPs & Docs	Expenses	Summary	
		Activity		A1005		Alice Was here, and Diane edited it!						
Expense Item		Accrual Type		Budgeted Cost /		Actual Cost		Remaining Cost		At Completion Cost		Vendor
exp3		Uniform over Activity		\$300.00		\$0.00		\$0.00		\$0.00		
exp2		End of Activity		\$200.00		\$0.00		\$0.00		\$0.00		
exp1		Start of Activity		\$100.00		\$0.00		\$0.00		\$0.00		

Figura 18- Controlo de custos e despesas no Primavera P6 (Krazer & Williams, 2012)

No que diz respeito ao encadeamento de atividades, o Primavera P6 oferece várias opções para estabelecer relações de dependência entre as tarefas do projeto. Por exemplo, é possível definir precedências do tipo Fim-Começo, Começo-Começo, Fim-Fim e Começo-Fim, permitindo uma flexibilidade na modelagem das relações temporais entre as atividades. Além disso, o programa oferece recursos avançados para otimizar o encadeamento das atividades, como a definição de restrições de data e o uso de recursos compartilhados de forma eficiente.

Outro aspeto importante do Primavera P6 é a definição do calendário do projeto, que permite ao utilizador especificar os dias úteis, feriados e horários de trabalho para cada atividade. Isso é fundamental para garantir uma programação realista e precisa do projeto, levando em consideração os recursos disponíveis e as restrições de tempo. Além disso, o programa oferece a possibilidade de criar calendários personalizados para diferentes tipos de atividades ou locais de trabalho, garantindo uma maior flexibilidade na gestão do tempo e dos recursos do projeto.

(Versão final)

O Primavera P6 disponibiliza aos seus utilizadores a capacidade de realizar o acompanhamento em tempo real do desenvolvimento dos trabalhos da obra. Esta ferramenta é dotada de uma elevada flexibilidade na definição de parâmetros para o controlo do progresso do projeto, permitindo que cada organização adapte o sistema às suas necessidades específicas, focando-se nas informações que considera mais pertinentes para a sua gestão.

Entre os dados que podem ser monitorizados estão a estimativa de tempo necessário para a conclusão da obra, as quantidades de trabalho já realizadas e as que ainda estão por executar, bem como os custos associados a estas atividades. Estes dados podem ser analisados de forma conjunta, oferecendo uma visão abrangente do projeto, ou separadamente, proporcionando uma análise mais detalhada de cada aspeto específico do progresso da obra. A capacidade de personalização das informações a serem monitorizadas garante que cada organização possa adaptar o uso do software às suas necessidades particulares, maximizando a eficiência na gestão do projeto (Williams & Krazer, 2012).

Outro benefício significativo do Primavera P6 é sua capacidade de fornecer relatórios e análises detalhadas sobre o desempenho do projeto. Os gestores de projeto podem facilmente acompanhar o progresso das atividades, identificar as áreas de preocupação e tomar medidas corretivas conforme necessário. Isso é essencial para garantir que o projeto permaneça dentro do orçamento e do prazo estabelecidos, além de manter as partes interessadas informadas sobre o status e os desafios enfrentados. Por exemplo, um relatório de desempenho gerado pelo Primavera P6 pode destacar atrasos numa determinada fase do projeto, permitindo que os gerentes ajam rapidamente para mitigar o impacto e evitar custos adicionais.

Para monitorizar o avanço efetivo da obra, uma das abordagens mais diretas e eficazes é através do uso de percentagens. Este método simplificado permite avaliar rapidamente várias variáveis, como volumes e despesas com materiais, equipamentos e pessoal. Por exemplo, é possível calcular a percentagem de conclusão de uma unidade de trabalho específica, a percentagem de custo dos materiais já utilizados ou a percentagem do orçamento total já despendido (Williams & Krazer, 2012).

The screenshot displays the Primavera P6 software interface. On the left, under the 'Status' tab, there are two rows: 'Started' with a date of '23-Apr-12 A' and 'Finished' with a date of '01-May-12 A'. On the right, under the 'Status' tab, there are two rows: 'Started' with a date of '20-Aug-12 A' and 'Finished' with a date of '04-Oct-12'. Below these, there is a section for 'Activity % Complete' showing '87.9%'. At the bottom, there is a navigation bar with tabs: 'Assignments', 'Codes', 'Documents', 'Expenses', 'Feedback', and 'General'.

Figura 19- Acompanhamento do trabalho em obra Primavera P6 (Krazer & Williams, 2012)

O Primavera P6 facilita um acompanhamento minucioso do progresso dos prazos, do uso dos meios e controlo de custos, mantendo esquemas base à semelhança do orçamento de referência, com o mesmo grau de especificidade. Esta funcionalidade permite a realização da análise do valor agregado em qualquer momento e a qualquer nível necessário, conforme solicitado pelo diretor de obra para examinar elementos específicos da estrutura de divisão de trabalhos.

A fim de conduzir a análise do valor acrescentado, é somente necessário que o utilizador defina a categoria e o nível de detalhe que pretende, e o programa calculará e consolidará as informações necessárias. Após selecionar os dados relevantes para acompanhamento, o Primavera P6 disponibiliza dados de valor acrescentado tanto para unidades de trabalho quanto para custos totais. Esses dados incluem os valores reais, previstos, valores acrescentados, estimativas para completar, índices da

performance financeira e de planeamento, além das discrepâncias existentes nos custos, bem como na execução do trabalho (Williams & Krazer, 2012).

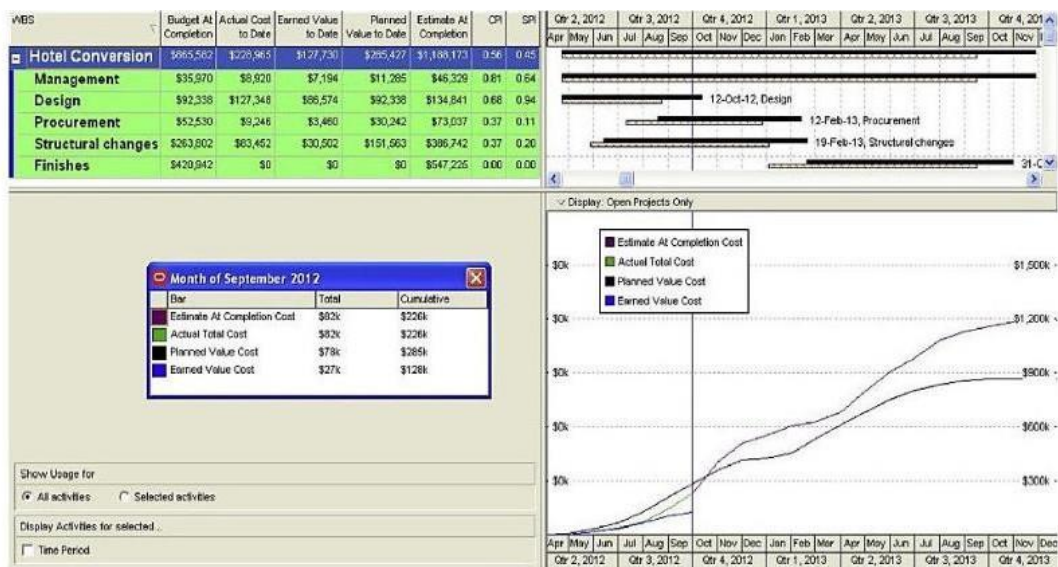


Figura 20- Valores acrescentados no Primavera P6 (Krazer & Williams, 2012)

Adicionalmente, o Primavera P6 oferece uma abordagem sofisticada relativamente ao planeamento probabilístico para gerir a incerteza nos projetos de engenharia. Integrando técnicas probabilísticas, como simulações de Monte Carlo, o software proporciona estimativas mais realistas e confiáveis para a conclusão do projeto. Isso é possível ao modelar a duração das atividades e a alocação de recursos, levando em consideração a variabilidade e interdependência das tarefas.

Um exemplo concreto das capacidades do Primavera P6 no contexto do planeamento probabilístico é a capacidade de realizar análises de cenários hipotéticos. Através da criação de modelos probabilísticos, os gestores podem explorar diferentes cenários e as suas probabilidades associadas, permitindo uma avaliação mais abrangente dos riscos e oportunidades do projeto. Por exemplo, o Primavera P6 tem as ferramentas necessárias para auxiliar os gestores na avaliação do impacto de atrasos na entrega de materiais ou alterações nas condições climáticas, oferecendo uma visão mais clara das possíveis implicações para o cronograma e o orçamento.

2.3.4 AUTODESK BIM 360

O Autodesk BIM 360 é uma plataforma líder na indústria de construção, oferecendo uma gama abrangente de ferramentas e recursos projetados para melhorar o planeamento e a execução de obras. Desenvolvido pela Autodesk, o BIM 360 aproveita os princípios do Modelagem de Informações da Construção (BIM) para fornecer uma solução integrada que aborda os desafios enfrentados pelos profissionais da construção em todas as fases do projeto. Uma das principais vantagens do BIM 360 é sua capacidade de centralizar dados e comunicações num único ambiente, permitindo uma colaboração eficiente entre todas as partes interessadas do projeto (Nguyen, Nguyen, & Tran, 2024).

Um dos recursos mais poderosos do BIM 360 é a capacidade de criar e gerir modelos BIM num ambiente baseado na nuvem. Isso permite que os membros da equipa acedam e colaborem em modelos atualizados em tempo real, independentemente da sua localização geográfica, eliminando a necessidade de troca de arquivos complicada e reduzindo significativamente o risco de inconsistências entre diferentes versões do modelo (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018).

Além disso, o BIM 360 oferece uma variedade de ferramentas para o planeamento e controlo de obras, incluindo programação, acompanhamento de progresso e a gestão de custos. Por exemplo, os gestores do projeto podem criar cronogramas detalhados no BIM 360, atribuir tarefas a membros da equipa e acompanhar o progresso em tempo real. Isso permite uma melhor previsão e gestão de prazos, ajudando a evitar atrasos e custos adicionais associados. Além disso, o BIM 360 também oferece recursos avançados de análise de dados que permitem aos gestores identificar tendências, padrões e áreas de preocupação no projeto, permitindo a tomada de decisões mais informadas (Hamada, 2023).

Uma característica fundamental do Autodesk BIM 360 é sua capacidade de hierarquizar as tarefas e atividades do projeto. Isso permite uma organização estruturada e detalhada do trabalho a ser realizado. Por exemplo, os utilizadores podem criar pacotes de trabalho e subdividi-los em sub-tarefas, possibilitando uma visão clara da estrutura de decomposição do trabalho do projeto. Essa hierarquização facilita o planeamento e acompanhamento das atividades em diferentes níveis de detalhe, proporcionando uma gestão mais eficiente do projeto como um todo.

Em termos de visualização, este software oferece uma variedade de opções para os utilizadores adaptarem a interface de acordo com suas preferências e necessidades. Por exemplo, é possível visualizar o modelo BIM em 3D, que oferece uma representação tridimensional detalhada do projeto, permitindo uma melhor compreensão das relações espaciais entre os elementos do projeto. Além disso, o BIM 360 oferece uma variedade de ferramentas de visualização, como filtros e camadas, que permitem aos utilizadores personalizar a exibição do modelo de acordo com suas necessidades específicas.

No que diz respeito ao encadeamento de atividades, o Autodesk BIM 360 oferece várias opções para estabelecer relações de dependência entre as tarefas do projeto. Por exemplo, os utilizadores podem definir precedências do tipo Fim-Começo, Começo-Começo, Fim-Fim e Começo-Fim, permitindo uma flexibilidade na modelagem das relações temporais entre as atividades. Além disso, o programa oferece recursos avançados para otimizar o encadeamento das atividades, como a definição de restrições de data e o uso de recursos compartilhados de forma eficiente.

O Autodesk BIM 360 é mais focado na modelagem de informações de construção (BIM) e na colaboração entre equipas multidisciplinares embora, possa oferecer algumas funcionalidades relacionadas à gestão de riscos e incertezas, não possui recursos específicos de planeamento probabilístico como os encontrados no Primavera P6.

Aquando da definição do calendário do projeto, este software permite aos utilizadores especificar os dias úteis, feriados e horários de trabalho para cada atividade. Isso é fundamental, como mencionado anteriormente, para garantir uma programação realista e precisa do projeto, levando em consideração os recursos disponíveis e as restrições de tempo. Além disso, o programa oferece a possibilidade de criar calendários personalizados para diferentes tipos de atividades ou locais de trabalho, garantindo uma maior flexibilidade na gestão do tempo e dos recursos do projeto.

Uma vantagem significativa do BIM 360 é sua capacidade de integrar-se a outras ferramentas e sistemas usados na indústria da construção, como o Autodesk Revit e o AutoCAD, permitindo uma troca de dados fluida entre diferentes plataformas, garantindo a interoperabilidade e consistência dos dados em todo o ciclo de vida do projeto. Por exemplo, um modelo criado no Revit pode ser facilmente importado para o BIM 360 para colaboração e coordenação entre equipas, garantindo que todos estão a trabalhar com as informações mais atualizadas e precisas.

No entanto, apesar das suas vantagens, o BIM 360 também apresenta desafios potenciais. Um dos principais é o custo associado à sua implementação e ao uso contínuo. Para algumas empresas,

especialmente as pequenas empresas, o investimento necessário para adquirir licenças de software e treinar funcionários pode ser significativo. Além disso, a curva de aprendizagem para dominar completamente o BIM 360 e aproveitar todos o seu recurso pode ser íngreme, exigindo tempo e esforço para alcançar proficiência (Francom & El Asmar, 2013).

O Autodesk BIM 360 é, portanto, conhecido pela sua aplicação na modelagem e gestão de informações de construção (BIM), mas não é especificamente voltado para o planeamento probabilístico. Embora possa não oferecer ferramentas nativas para análises probabilísticas, pode ser integrado com outras ferramentas de gestão de projetos que suportem essa funcionalidade.

Em resumo, o Autodesk BIM 360 é uma ferramenta poderosa e abrangente para o planeamento de obras, aproveitando os princípios do BIM para fornecer uma solução integrada que aborda os desafios enfrentados pelos profissionais da construção. A sua capacidade de centralizar dados, facilita a colaboração entre as diferentes equipas responsáveis, e o facto de oferecer recursos avançados de programação e análise aliado com a possibilidade de integrar outras ferramentas torna-o uma escolha popular entre as empresas que procuram melhorar a eficiência e a eficácia de seus projetos de construção.

2.3.5 PROCORE

O Procore é uma plataforma de gestão de construção baseada em nuvem que se destaca como uma ferramenta essencial para o planeamento de obras em projetos de construção. Este programa permite a ligação eficaz entre todas as entidades envolvidas num projeto de construção. Com o Procore, arquitetos, empreiteiros gerais, proprietários, empreiteiros especializados e engenheiros podem colaborar de forma integrada e eficiente.



Figura 21 – Módulos do Procore (Taveira, 2023)

Como é possível verificar na Figura 22, o Procore divide-se por secções:

- Pré- Construção
- Gestão de Projetos
- Gestão de Recursos
- Gestão Financeira

Um dos principais benefícios do Procore é a sua capacidade de centralizar todas as informações relacionadas ao projeto num único local acessível pela internet. Isso inclui documentos, desenhos, listas de tarefas, comunicações, entre outras. Ao ter todas essas informações consolidadas e facilmente

acessíveis, as equipas de projeto podem evitar a duplicação de esforços, reduzir o tempo gasto na procura de informações e garantir que todos os membros estão a trabalhar com os dados atualizados e precisos.

No que diz respeito à gestão financeira, o Procore conta com a ferramenta Orçamento, representada na Figura 10, que contém uma tabela com colunas de dados predefinidas. Adicionalmente, a equipa de projeto responsável pode criar outras colunas. Os conteúdos da Procore Standard Budget, presentes nas diferentes colunas da tabela de orçamento, abrangem uma variedade de informações. Por exemplo, a coluna "Descrição" fornece uma explicação detalhada de cada item do orçamento, enquanto, a coluna "SubJob" permite a subdivisão dos custos de trabalho dentro de um projeto. Para além destas, a ferramenta permite analisar o Código de Custos, Categoria, Montante original do orçamento, Modificações do orçamento, Change Orders (CO) aprovadas, entre outras (Santos, 2022).

The screenshot displays the Procore Budget interface. At the top, there's a navigation bar with 'BUDGET' and a 'New Feature' badge. Below this, a 'CREATE NEW BUDGET LINE ITEM' form is visible with fields for 'Cost Code' (01-000 - Purpose), 'Category' (Labor), and 'Original Budget' (\$ 0.00). A sidebar on the right contains options like 'Create Snapshot', 'Lock Budget', 'IMPORT BUDGET CSV', 'BUDGET REPORTS', and 'CUSTOM REPORTS'. The main area features a table with columns: Description, Cost Code, Category, Original Budget Amount, Budget Modifications, Approved COs, Revised Budget, and Pending Budget Changes. The table lists items under '01 - General Requirements' and '02 - Site Construction'.

Description	Cost Code	Category	Original Budget Amount	Budget Modifications	Approved COs	Revised Budget	Pending Budget Changes
01-542 - Construction Scaffolding and Platform	01-542 - Construct...	Commitment	\$77,356.00	\$0.00	\$0.00	\$77,356.00	\$0
Subtotal 01 - General Requirements			\$638,116.00	\$0.00	\$0.00	\$638,116.00	\$0
02 - Site Construction							
02-220 - Site Demolition: Commitment	02-220 - Site Demo...	Commitment	\$42,360.00	\$0.00	\$0.00	\$42,360.00	\$0
02-230 - Site Clearing: Commitment	02-230 - Site Clear...	Commitment	\$27,421.00	\$0.00	\$0.00	\$27,421.00	\$0
02-240 - Dewatering: Commitment	02-240 - Dewaterin...	Commitment	\$14,200.00	\$0.00	\$0.00	\$14,200.00	\$0
02-260 - Excavation Support and Protection: C	02-260 - Excavatio...	Commitment	\$16,000.00	\$0.00	\$0.00	\$16,000.00	\$0

Figura 22 - Interface da janela Budget (Sousa, 2021)

É possível criar um orçamento de forma manual na aplicação, ou importá-lo a partir de um arquivo CSV, desde que este esteja formatado de acordo com o modelo fornecido pela aplicação. Um ficheiro CSV é um ficheiro sem formatação em que os valores estão separados por vírgulas, delimitados por aspas e cada linha tem um registo diferente, ou seja, um artigo, cliente ou fornecedor por linha.

Após a sua criação ou importação, o orçamento está no estado "Unlocked" (desbloqueado), permitindo a adição ou remoção de itens. Quando se obtiver a versão final do orçamento, este deve ser bloqueado, passando para o estado "Locked" (bloqueado). Esta ação é essencial para o funcionamento correto dos indicadores da ferramenta de orçamento, uma vez que esses indicadores dependem diretamente do orçamento original para calcular projeções (Sousa, 2021).

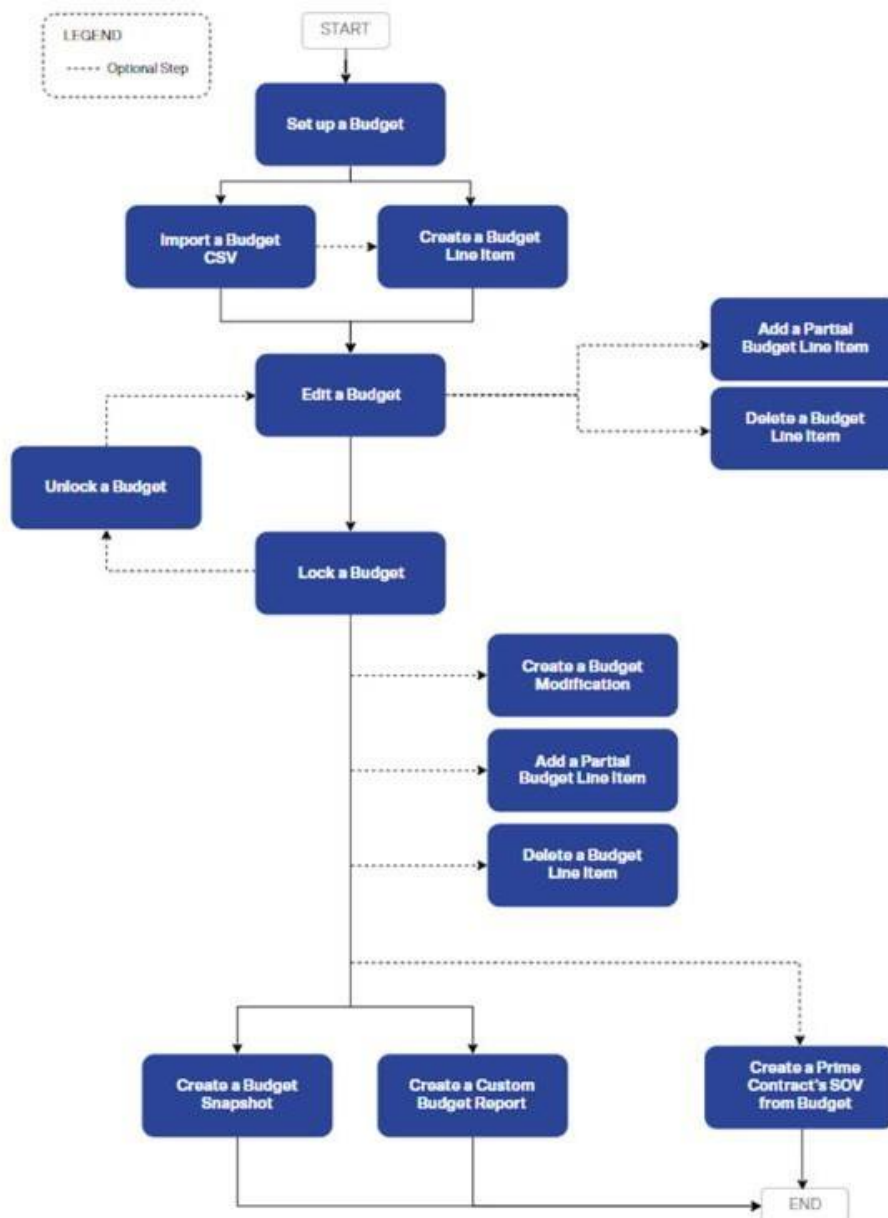


Figura 23- Fluxograma da ferramenta Budget (Sousa, 2021)

Além disso, o Procore oferece recursos avançados de programação que permitem aos gestores de projeto criar cronogramas detalhados e realistas. A capacidade de definir dependências entre tarefas, atribuir recursos e estabelecer pontos-chave importantes ajuda a garantir que o projeto prossiga de acordo com o planeado.

Outro benefício significativo é a sua capacidade de facilitar a colaboração entre as diferentes partes interessadas do projeto, como arquitetos, engenheiros, empreiteiros e clientes. Por meio de recursos de comunicação integrados, como mensagens instantâneas, comentários em documentos e reuniões virtuais, as equipas podem discutir ideias, tomar decisões e resolver problemas de forma rápida e eficiente, mesmo quando estão geograficamente dispersas. Isso ajuda a evitar os atrasos e conflitos

decorrentes da falta de comunicação ou compreensão entre as partes envolvidas no projeto. Dado que cada interveniente tem funções diferentes, as opções de acesso disponíveis para os utilizadores no software são categorizadas em quatro níveis distintos, cada um com seus próprios privilégios e restrições específicas.

- Em primeiro lugar, a categoria "None" implica que os utilizadores não possuem nenhum tipo de acesso à ferramenta em questão, ou seja, estão completamente excluídos de interagir ou utilizar qualquer funcionalidade dentro dela.
- Em seguida, temos a opção "Read only", na qual os utilizadores têm permissão apenas para visualizar o conteúdo presente na ferramenta, sem a capacidade de realizar qualquer tipo de modificação ou edição.
- A categoria "Standard" concede um acesso limitado à ferramenta, permitindo-lhes realizar algumas ações específicas, mas restringindo-os em termos de funcionalidades mais avançadas ou sensíveis.
- Por fim, a categoria "Admin" confere aos utilizadores o acesso completo e irrestrito a todas as funcionalidades e recursos disponíveis na ferramenta. As pessoas designadas com este nível de acesso têm autoridade total sobre a ferramenta e podem realizar qualquer tipo de ação, desde visualizar e editar conteúdos até configurar e gerir todas as configurações e permissões da ferramenta (Taveira, 2024).

No contexto de cada empreendimento, há um painel que disponibiliza todos os recursos oferecidos pelo programa. Durante a navegação pelo software, é evidente que os arquivos relativos a cada projeto são estruturados em diretórios. Estes diretórios podem ser restritos ou acessíveis ao público. Uma vez que as partes interessadas do projeto possuem acesso ao sistema, no entanto, com diferentes níveis de permissão, uma vez que é estratégico para a empresa manter certos dados em caráter privado. Como mostrado na Figura 11, no canto superior esquerdo, esses dados confidenciais são armazenados em uma pasta identificada por um cadeado, sendo, portanto, uma pasta de acesso restrito (Sousa, 2021).

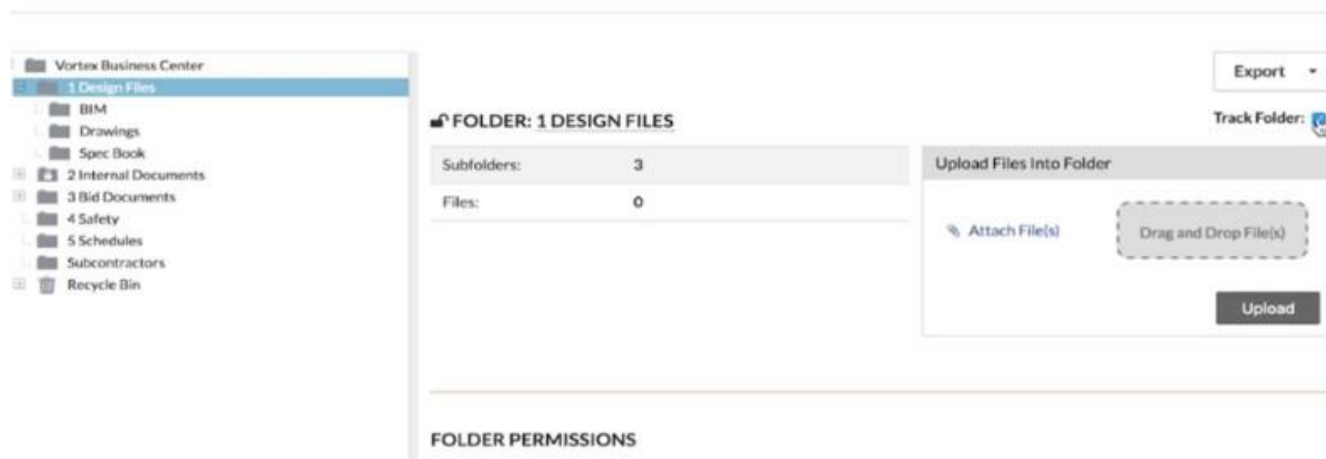


Figura 24- Acesso a documentos (Sousa, 2021)

Apesar de numerosas vantagens, o Procore também apresenta algumas desvantagens, sendo uma delas o custo associado à sua implementação e uso contínuo dado que, o investimento necessário para adquirir licenças de software e treinar os funcionários pode ser significativo. Além disso, o percurso de aprendizagem para dominar completamente o software e usufruir dos recursos e das ferramentas que este consegue fornecer pode demorar um tempo significativo.

Na secção destinada aos desenhos, encontram-se armazenados todos os esboços relacionados com o projeto. Esta funcionalidade possibilita a inserção de novos desenhos através de um procedimento análogo (Versão final)

ao mencionado anteriormente. Ao fazer upload de novos diagramas para um empreendimento, o Procore consegue de forma automático preencher os campos 'título', 'número' e 'disciplina' uma vez que possui a tecnologia de Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR), o que simplifica e acelera o processo de envio e verificação (Sousa, 2021)

Figura 25- Interface para upload desenhos no Procore (Sousa, 2021)

Para aprimorar a exatidão da tecnologia de reconhecimento de caracteres, é recomendável ajustar os esboços de acordo com várias diretrizes específicas. Em primeiro lugar, é essencial que os desenhos sejam salvos no formato PDF, uma vez que este formato garante uma qualidade adequada para o processamento pelo sistema de reconhecimento de texto. Além disso, os desenhos devem ser apresentados na orientação paisagística, pois esta disposição é mais adequada para a leitura e interpretação dos detalhes técnicos pelos algoritmos de reconhecimento. Adicionalmente é também importante ter em consideração que os PDFs incluam todos os elementos no formato vetorial. O formato vetorial mantém a clareza e a precisão dos detalhes dos desenhos, possibilitando que a tecnologia de reconhecimento de caracteres identifique e extraia as informações relevantes de forma mais eficaz.

Após o término do upload das pastas que contém os esboços, o utilizador é notificado por e-mail para retificar e validar as informações geradas pela ferramenta de reconhecimento ótico de caracteres. Após a publicação, os desenhos podem ser consultados, e a página de pesquisa permitireorganizá-los de acordo com diversos critérios, como especialidade ou localização. Esta funcionalidade facilita a navegação pelos desenhos, tornando o acesso à informação mais eficiente para o utilizador.

Abrindo um arquivo que contenha um esboço, é exequível:

- Anotações nos esboços como sinalizações em formato de desenho livre, texto, esboço livre, texto digitado, figuras geométricas, marcadores, imagens e hiperligações para outros esquemas.

(Versão final)

- Consultar arquivos de desenhos que estejam relacionados ao desenho a ser consultado, como é o caso de cortes e alçados. Essas conexões estão destacadas na Figura 26 e, são estabelecidas de forma automática pelo sistema de reconhecimento de texto do programa.

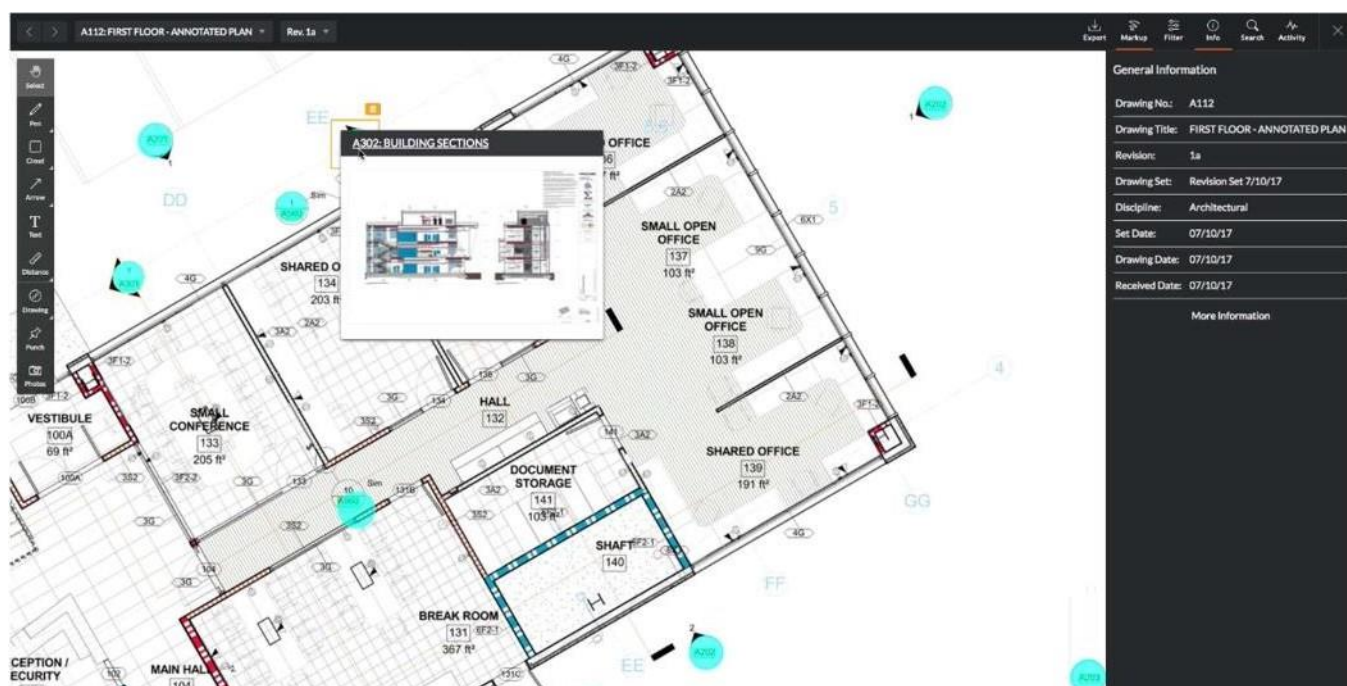


Figura 26- Exemplo de hiperligação numa planta no Procore (Sousa, 2021)

O Procore ainda que seja reconhecido como uma plataforma de coordenação de projetos, baseada em nuvem, não é conhecido por oferecer recursos avançados de planeamento probabilístico. As suas funcionalidades estão mais centradas na gestão de documentos, colaboração entre equipas e acompanhamento do progresso do projeto. E, portanto, assim como outros programas, para análises de risco, devem ser integradas ferramentas específicas de planeamento probabilístico.

2.3.6 CYPE

O software CYPE é uma ferramenta poderosa e versátil amplamente utilizada na indústria da construção, projetado para auxiliar os profissionais na conceção, análise, dimensionamento e planeamento de obras de construção. Esta ferramenta abrange uma vasta gama de funcionalidades, desde cálculos estruturais e hidráulicos até simulações energéticas e de conforto térmico oferecendo uma variedade de funcionalidades para o planeamento eficiente de obras. Ao iniciar o programa CYPE, os utilizadores são imediatamente confrontados com uma interface intuitiva e de fácil utilização, que permite uma navegação rápida e acesso às principais funcionalidades. Uma das características mais úteis do CYPE é a sua capacidade de hierarquizar e organizar informações de forma eficiente. Os utilizadores podem

dividir o projeto em diferentes fases, tarefas e atividades, permitindo uma gestão detalhada e estruturada do processo de construção (Hermoso-Orzáez, Camacho Sánchez, Estepa-Cantero, & Terrados, 2021).

No que diz respeito aos tipos de visualização, o CYPE oferece uma variedade de opções para os utilizadores acompanharem o progresso do projeto e analisarem os dados de forma clara e concisa. Por exemplo, os utilizadores podem optar por visualizar o projeto em 2D ou 3D, permitindo uma visualização mais detalhada e realista da estrutura.

Em relação ao encadeamento de atividades e introdução das mesmas, o CYPE permite aos utilizadores definir relações lógicas entre as diferentes tarefas e atividades do projeto. O software permite aos utilizadores, o estabelecimento de dependências entre as diferentes tarefas do projeto, bem como, a identificação de atividades críticas do projeto. O programa calcula automaticamente as atividades críticas, destacando-as para os utilizadores (Hermoso-Orzáez, Camacho Sánchez, Estepa-Cantero, & Terrados, 2021).

A definição do calendário é outra característica importante do CYPE dado que, o software, permite aos utilizadores configurar calendários de trabalho específicos para refletir as horas de trabalho, feriados e outras restrições temporais do projeto. Por exemplo, os utilizadores podem definir dias e horários de trabalho, feriados nacionais e períodos de encerramento do projeto, garantindo que o calendário do projeto seja preciso e atualizado.

Em relação ao planeamento probabilístico, o CYPE oferece suporte para análises probabilísticas avançadas, permitindo aos utilizadores incorporar incertezas e riscos nos modelos de planeamento do projeto. À semelhança do programa Primavera P6, este software permite realizar análises de simulação de Monte Carlo para avaliar a probabilidade de cumprimento de prazos e orçamentos do projeto, tendo em conta a incerteza associada a várias variáveis.

No que diz respeito à gestão financeira, o CYPE oferece várias ferramentas para acompanhar e monitorizar os custos do projeto, incluindo estimativas de custos, controlo de custos e relatórios financeiros. Este programa permite que os utilizadores possam inserir os custos adicionados a materiais, mão-de-obra e equipamentos, permitindo que o programa calcule automaticamente o custo total estimado para cada fase ou atividade. Adicionalmente, os utilizadores podem registar os custos reais em cada fase de projeto ou tarefa e compará-las com os custos previstos anteriormente e o programa dá alertas e relatórios automáticos quando há desvios significativos.

Quanto à criação de relatórios, o CYPE oferece várias opções de relatórios e exportação de dados que podem ser utilizados para comunicar o progresso do projeto e os principais indicadores de desempenho aos gestores e partes interessadas. Os utilizadores podem criar relatórios personalizados com informações sobre o cronograma do projeto, custos, recursos e muito mais, garantindo que todas as partes interessadas estejam sempre atualizadas sobre o estado da obra (Hermoso-Orzáez, Camacho Sánchez, Estepa-Cantero, & Terrados, 2021).

3

ANÁLISE COMPARATIVA DOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR

3.1 INTRODUÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO

Para efetuar a análise comparativa de softwares, adotou-se uma abordagem que se desenvolve em duas etapas principais. Na primeira etapa, cada programa é examinado individualmente, onde é explorado as suas vantagens e desvantagens, bem como os requisitos de sistema que cada software exige para um desempenho otimizado. Adicionalmente, são avaliados os diversos planos e preços oferecidos, permitindo uma compreensão de como cada opção se alinha com diferentes orçamentos e necessidades específicas dos utilizadores. Esta análise detalhada culmina na elaboração de uma tabela comparativa, que sintetiza as funcionalidades e características de cada programa, facilitando a visualização direta das diferenças e semelhanças entre eles.

Na segunda etapa, os programas são analisados de acordo com o padrão ISO/IEC 25010, que é um modelo internacionalmente reconhecido para a avaliação da qualidade de software. Este modelo abrange diversas características de qualidade, como funcionalidade, desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, compatibilidade, manutenção e portabilidade.

3.2 MICROSOFT PROJECT

3.2.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Interface Intuitiva:**
 - Familiaridade com o ambiente Microsoft.
 - Integração com outros produtos Microsoft, como Excel e SharePoint.
- **Recursos de Planeamento Avançado:**
 - Suporte para diagramas de Gantt, gráficos de rede e cronogramas detalhados.
 - Ferramentas para definir e gerir tarefas, dependências e prazos.
- **Gestão de Recursos:**
 - Capacidade de alocar recursos e monitorizar a sua utilização.
 - Funcionalidades para gestão de custos e orçamentos de projetos.
- **Colaboração e Partilha:**
 - Facilita a colaboração em equipa com recursos de partilha de projeto.
 - Integração com Microsoft Teams e outras ferramentas de comunicação.
- **Relatórios Customizáveis:**
 - Criação de relatórios detalhados e gráficos de progresso do projeto.
 - Ferramentas para análise de dados e relatórios visuais.
- **Escalabilidade:**
 - Adequado para projetos de diferentes tamanhos e complexidades.

- Pode ser utilizado por pequenas equipas ou grandes organizações.
- **Planeamento Probabilístico:**
 - Gestão de riscos mais eficaz, permitindo aos gestores de projeto desenvolver estratégias de mitigação baseadas em probabilidades calculadas.

Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens como:

- **Curva de Aprendizagem:**
 - Pode ser complexo para iniciantes.
 - Requer formação e tempo para dominar todas as funcionalidades.
- **Integração Limitada com Ferramentas de Terceiros:**
 - Pode haver limitações na integração com ferramentas que não são da Microsoft.
 - Dependência da plataforma Microsoft pode ser um inconveniente.
- **Colaboração Limitada em Tempo Real:**
 - Colaboração em tempo real não é tão robusta como outras ferramentas de gestão de projetos.
 - Dificuldade em atualizações simultâneas por múltiplos utilizadores.
- **Flexibilidade:**
 - Menos flexível em comparação com algumas ferramentas modernas de gestão de projetos.
 - Estrutura rígida pode não se adaptar bem a metodologias ágeis sem personalização significativa.
- **Dependência do Computador:**
 - Embora existam versões online, algumas funcionalidades avançadas estão disponíveis apenas na versão para computador.
 - Necessidade de instalação local pode ser uma desvantagem para utilizadores que preferem soluções totalmente baseadas na nuvem.
- **Planeamento probabilístico:**
 - Para análises mais avançadas de risco e probabilidade, pode ser necessário integrá-lo com ferramentas externas especializadas nesse tipo de análise.

3.2.2 REQUISITOS DO SISTEMA

Processador	1,6 giga-hertz (GHz) ou mais rápido, 2 núcleos
Sistema operacional	Windows 11, Windows 10, Windows Server 2019
Memória	4 GB de RAM; 2 GB de RAM (32 bits)
Espaço no disco rígido	4.0 Gb de espaço em disco disponível
Monitor	Resolução de tela 1280 x 768
Placa de vídeo	Placa gráfica DirectX 10 para a aceleração de hardware gráfico
Requisitos adicionais do sistema	Acesso à Internet Conta Microsoft

Figura 27- Requisitos MS Project (Microsoft Corporation, 2024a)

(Versão final)

3.2.3 PLANOS E PREÇOS

Project (Plano 1)	Project (Plano 3)	Project (Plano 5)
9,40 € utilizador/mês (Subscrição anual renova automaticamente) ²	28,10 € utilizador/mês (Subscrição anual renova automaticamente) ²	51,50 € utilizador/mês (Subscrição anual renova automaticamente) ²
O preço não inclui o IVA.	O preço não inclui o IVA.	O preço não inclui o IVA.
Comprar agora	Comprar agora	Comprar agora
Ou experimente gratuitamente durante um mês >	Ou experimente gratuitamente durante um mês >	Experimentar agora com um parceiro >
Aplicam-se os termos de cancelamento da avaliação ¹	Aplicam-se os termos de cancelamento da avaliação ¹	
Inclui tudo o que está incluído no Planner no Microsoft 365 e ainda:	Inclui tudo o que está incluído no Planner (Plano 1) e ainda:	Inclui tudo o que está incluído no Project (Plano 3) e ainda:
✓ Objetivos de Projeto ✓ Registos de tarefas pendentes e sprints ✓ Modelos de plano premium ✓ Relatórios² ✓ Vista de linha cronológica (Gantt) ✓ Dependências de tarefas ✓ Personalização e integração	✓ Copilot no Planner (pré-visualização)³ ✓ Histórico de tarefas ✓ Mapas de objetivos ✓ Linhas de base e caminho crítico ✓ Capacidades de pedidos de recursos ✓ Gestão de programas ✓ Finanças, orçamentação e estimativa de custos de projetos ✓ Dependências avançadas com tempos de avanço e atraso ✓ Cliente de ambiente de trabalho do Project Online ✓ Project Online	✓ Gestão de portefólios ✓ Gestão e alocação de recursos empresariais

Figura 28- Quadro de planos e preços de subscrição do MS Project (Microsoft Corporation, 2024a)

Project Standard 2021	Project Professional 2021	Project Server
929,00 € (compra única)	1 659,00 € (compra única)	
Comprar agora	Comprar agora	Saber mais >
✓ Gestão de projetos no local para as pessoas que não precisam de ferramentas de colaboração e outras funcionalidades avançadas.¹¹	✓ Uma solução abrangente de gestão de projetos no local.¹¹	✓ Uma solução no local flexível e dimensionável para a gestão de portefólios de projetos e para a gestão de trabalho e de projetos do dia-a-dia.

Figura 29 - Quadro de planos e preços compra única do MS Project (Microsoft Corporation, 2024a)

3.3 CCS CANDY

3.3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Integração Completa:**
 - Integração abrangente de estimativa, planeamento, controle de custos e gestão de projetos.
 - Conexão direta entre estimativas de custo e planeamento de projetos.
- **Estimativa de Custos Detalhada:**
 - Ferramentas avançadas para estimativa de custos, incluindo cálculo de preços unitários.
(Versão final)

- Capacidade de detalhar materiais, mão de obra e equipamentos necessários para cada atividade.
- **Planeamento e Programação:**
 - Funcionalidades robustas para criação de cronogramas detalhados.
 - Utilização de métodos avançados como o Método do Caminho Crítico (CPM).
- **Gestão de Recursos:**
 - Ferramentas para alocação e acompanhamento de recursos.
 - Monitorização de uso de recursos em tempo real.
- **Controlo de Custos:**
 - Monitorização contínua de custos, permitindo ajustes em tempo real.
 - Relatórios detalhados das variações de custo e análise de valor agregado.
- **Relatórios Customizáveis:**
 - Criação de relatórios detalhados e personalizados conforme as necessidades do projeto.
 - Visualizações gráficas para facilitar a análise de dados.
- **Gestão de Subempreiteiros:**
 - Ferramentas específicas para gestão e controlo de subempreiteiros.
 - Facilitação da comunicação e monitorização de desempenho de subempreiteiros.

Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens como:

- **Curva de Aprendizagem:**
 - Complexidade da ferramenta pode resultar numa curva de aprendizagem íngreme.
 - Necessidade de formação específica para dominar todas as funcionalidades.
- **Custo:**
 - Custos de licenciamento e manutenção podem ser elevados.
 - Custos adicionais para suporte técnico e atualizações.
- **Interface de Utilizador:**
 - Interface pode ser considerada menos intuitiva comparada com outras ferramentas mais recentes existentes no mercado.
 - Pode ser necessário personalizar de forma a adequar às necessidades específicas de cada projeto.
- **Flexibilidade:**
 - Pode ser menos flexível para projetos que requerem mudanças frequentes e rápidas.
 - Adaptação a metodologias ágeis pode ser limitada sem personalizações significativas.
- **Suporte e Manutenção:**
 - Dependência de suporte técnico contínuo para resolução de problemas.
 - Necessidade de atualizações frequentes para manter a eficácia da ferramenta.
- **Planeamento Probabilístico:**
 - Necessário recorrer a ferramentas externas para fazer uma análise probabilística..

3.3.2 REQUISITOS DO SISTEMA

- Processador Intel dual core de 2 GHz ou equivalente
- 4GB de memória do sistema
- Disco rígido de 80 GB com pelo menos 1 GB de espaço disponível
- Placa de vídeo e monitor que suporta uma resolução de 1366 x 768 ou melhor
- Acesso à internet (para suporte, atualizações do sistema e licenciamento).

3.3.3 PLANOS E PREÇOS

Ao analisar os custos associados à implementação do software CCS Candy para gestão de construção, observou-se que a licença anual é estabelecida em 2400 euros, com uma taxa fixa mensal de 200 euros. Contudo, é importante destacar que esses valores podem variar de acordo com os planos oferecidos pela plataforma. A decisão sobre a adoção do software deve ser cuidadosamente ponderada, levando em consideração não apenas os custos financeiros, mas também a adequação dos recursos e funcionalidades aos requisitos específicos da empresa.

3.4 PRIMAVERA P6

3.4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Planeamento e Programação Avançada:**
 - Utilização do Método do Caminho Crítico (CPM) para uma programação detalhada e precisa.
 - Capacidade de lidar com projetos complexos com centenas ou milhares de atividades.
- **Gestão de Recursos:**
 - Ferramentas robustas para alocação, monitorização e otimização de recursos.
 - Capacidade de gerir múltiplos projetos e recursos simultaneamente.
- **Análise de Valor Agregado:**
 - Funções integradas para análise de valor agregado, permitindo acompanhamento detalhado de custos e desempenho.
 - Relatórios de desempenho financeiro e de cronograma.
- **Flexibilidade e Escalabilidade:**
 - Adequado para projetos de diversas dimensões e complexidades.
 - Personalizável para atender a diferentes necessidades de setores como construção, engenharia e manufatura.
- **Gestão de Riscos:**
 - Ferramentas para identificar, analisar e mitigar riscos no projeto.
 - Capacidade de integrar análise de risco ao planeamento do projeto.
- **Interface e Visualizações:**
 - Produção de gráficos de Gantt detalhados e outras visualizações de dados para facilitar a análise.
 - Ferramentas para criar relatórios personalizados e gráficos de fácil interpretação.
- **Colaboração e Integração:**
 - Funcionalidades para facilitar a colaboração entre membros da equipa e partes interessadas.
 - Integração com outras ferramentas de gestão de projetos e softwares empresariais.
- **Planeamento Probabilístico:**
 - Compreensão mais aprofundada e detalhada dos potenciais desvios e prazos, permitindo uma abordagem proativa na identificação e mitigação de riscos, assim como na elaboração de estratégias de resposta baseadas em dados probabilísticos.

Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens como:

- **Curva de Aprendizagem:**
 - Complexidade da ferramenta pode resultar numa curva de aprendizagem íngreme.
 - Necessidade de formação específica para dominar todas as funcionalidades.
- **Interface de Utilizador:**
 - Interface pode ser considerada menos intuitiva quando comparada a outras ferramentas.
 - Pode necessitar de personalização para atender às necessidades específicas de um determinado projeto.
- **Flexibilidade:**
 - Menos flexível para metodologias ágeis e mudanças rápidas nos projetos.
 - Adaptação a processos ágeis pode ser limitada sem personalizações significativas.
- **Suporte e Manutenção:**
 - Necessidade de suporte técnico contínuo para resolução de problemas.
 - Dependência de atualizações frequentes para manter a eficácia da ferramenta.

3.4.2 REQUISITOS DO SISTEMA

- Processador Intel Pentium IV de 2 GHz ou equivalente
- 4 GB de RAM
- 2 GB de espaço disponível no disco rígido
- Resolução de tela de 1024x768 ou superior
- Microsoft Windows 7 SP1 (64-bit) ou superior
- Microsoft .NET Framework 4.6.2
- Adobe Acrobat Reader 11 ou superior (Oracle, 2024)

3.4.3 PLANOS E PREÇOS

Analisando o programa Primavera P6 no que diz respeito aos preços envolvidos na obtenção da licença e os custos de manutenção, devem ser considerados o alto custo associado à licença e manutenção do programa, constituindo um investimento significativo para a empresa. Além disso, há a necessidade de considerar os custos adicionais para suporte técnico, formação e atualizações, que pode representar ainda mais gastos operacionais relacionados à implementação e uso contínuo do programa.

Oracle Construction & Engineering Global Price List			
	License Price	Software Update License & Support	Metric
Products: P6			
Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management	2,750	605.00	Application User
Primavera P6 Progress Reporter	950	209.00	Application User
Primavera P6 Professional Project Management	2,500	550.00	Application User

Figura 30- Preços do Primavera P6 (Oke, Arowoiya, & Akomolafe, 2020)

3.5 AUTODESK BIM360

3.5.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Colaboração Remota:**
 - Facilita a colaboração entre equipas distribuídas geograficamente.

(Versão final)

- Permite o acesso e a contribuição de membros da equipa independente do lugar.
- **Centralização de Dados:**
 - Todos os dados do projeto são centralizados numa plataforma.
 - Garante acesso fácil e atualizado a todas as informações do projeto para todos os membros da equipa.
- **Modelagem de Informação da Construção (BIM):**
 - Suporta a metodologia BIM para criação de modelos digitais detalhados.
 - Melhora a precisão e eficiência do projeto ao longo de todo o ciclo de vida.
- **Gestão de Documentos:**
 - Oferece ferramentas para gestão de documentos.
 - Inclui controlo de versões, permissões de acesso e rastreamento de alterações.
- **Acompanhamento e Análise de Desempenho:**
 - Permite o acompanhamento detalhado do progresso do projeto.
 - Facilita a análise de desempenho financeiro e de cronograma.
- **Mobilidade e Acessibilidade:**
 - Acesso conveniente e seguro aos dados do projeto por meio de dispositivos móveis.
- **Segurança de dados:**
 - A nuvem do Autodesk garante segurança da informação a nível empresarial
- **Suporte:**
 - Equipa de suporte disponível 24h de segunda-feira a sexta-feira.

Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens como:

- **Dependência de Conectividade com a Internet:**
 - A eficácia do BIM 360 depende de uma conexão estável com a Internet.
 - Isso pode ser uma limitação em áreas com conectividade limitada ou instável.
- **Curva de Aprendizagem:**
 - Para equipas que estão a utilizar o BIM 360 pela primeira vez, pode haver uma curva de aprendizagem significativa.
 - A formação e a adaptação ao programa podem exigir tempo e recursos adicionais.
- **Integração com Outros Softwares:**
 - Pode haver limitações na integração com sistemas ou softwares específicos do setor.
 - Pode complicar a adoção para algumas empresas e exigir soluções adicionais de integração.
- **Planeamento Probabilístico:**
 - Necessário recorrer a ferramentas externas para fazer uma análise probabilística.

3.5.2 REQUISITOS DO SISTEMA

- **Sistema Operacional:**
 - Windows 10 (64-bit)
 - macOS Catalina (ou superior)
- **Navegadores Compatíveis:**
 - Google Chrome (versão mais recente)
 - Mozilla Firefox (versão mais recente)

(Versão final)

- Microsoft Edge (versão mais recente)
- Safari (versão mais recente)
- **Conexão com a Internet:**
 - Conexão de banda larga com pelo menos 10 Mbps de velocidade de download.
- **Hardware:**
 - Processador: Processador de 64 bits (2 GHz ou mais rápido)
 - Memória RAM: 4 GB de RAM (ou mais)
 - Espaço em Disco: Pelo menos 10 GB de espaço disponível em disco
 - Placa Gráfica: Placa gráfica compatível com DirectX 11 (ou superior) (Autodesk, 2024).

3.5.3 PLANOS E PREÇOS

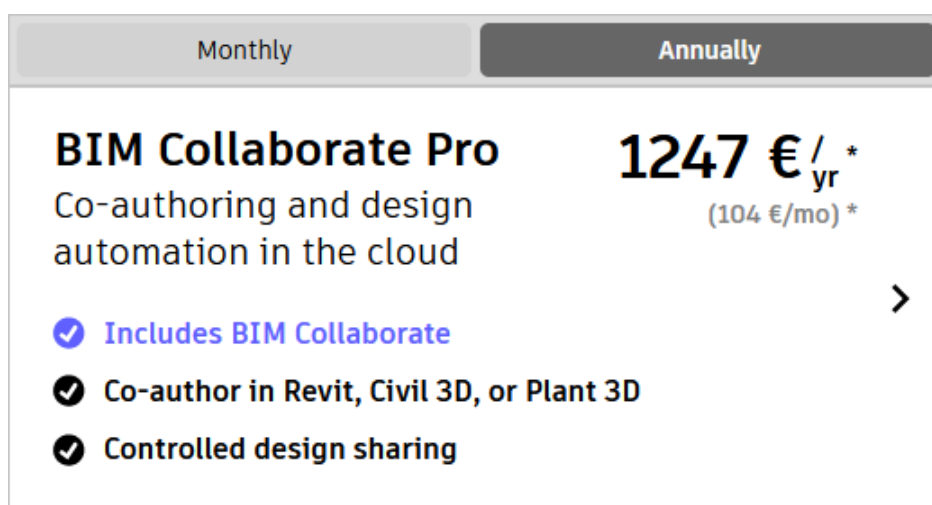


Figura 31- Plano de Preços do Autodesk BIM 360 (Autodesk, 2024)

3.6 PROCORE

3.6.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Colaboração Eficiente:**
 - Facilita a colaboração entre equipas distribuídas geograficamente.
 - Permite uma comunicação rápida e eficaz entre todos os membros da equipa do projeto.
- **Gestão de Documentos Simplificada:**
 - Oferece uma plataforma centralizada para armazenar e gerir todos os documentos do projeto.
 - Inclui recursos como controlo de versões, permissões de acesso e rastreamento de alterações.
- **Gestão de Tarefas e Projetos:**
 - Permite o acompanhamento e gestão eficiente das tarefas e atividades do projeto.
 - Facilita a monitorização do progresso do projeto e a identificação de potenciais problemas.

(Versão final)

- **Mobilidade e Acessibilidade:**

- Acesso conveniente e seguro aos dados do projeto por meio de dispositivos móveis.

- **Integração com Outros Softwares:**

- Oferece integração com uma variedade de softwares e ferramentas comuns do setor.
- Facilita a troca de dados e informações entre diferentes sistemas utilizados no projeto.

Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens como:

- **Curva de Aprendizagem:**

- Para equipas a usar o Procore pela primeira vez, pode haver uma curva de aprendizagem significativa.
- A formação pode requerer tempo e recursos adicionais.

- **Dependência de Conectividade com a Internet:**

- A eficácia do Procore depende de uma conexão estável com a Internet.
- Isso pode ser uma limitação em áreas com conectividade limitada ou instável.

- **Personalização Limitada:**

- Algumas empresas podem achar que as opções de personalização do Procore são limitadas para atender às suas necessidades específicas.
- Isso pode exigir trabalho adicional para adaptar a plataforma às exigências do projeto.

- **Planeamento Probabilístico:**

- Pode ser necessário recorrer a ferramentas externas para fazer uma análise probabilísticas detalhada.

3.6.2 REQUISITOS DO SISTEMA

- Dispositivos móveis com pelo menos 64GB de armazenamento livre.
- Espaço livre, aproximadamente 5-10 GB por projeto, para desenhos, fotos e outros documentos.
- Para planos de dados mensais, recomenda-se um mínimo de 10GB para utilizadores individuais. (Procore, 2024).

3.6.3 PLANOS E PREÇOS

Conecte o campo e o escritório	Gerenciar projetos e finanças	Maximizar o ROI
\$ 667 /mês	\$ 870 /mês	\$ 1.182 /mês
faturado anualmente	faturado anualmente	faturado anualmente
Características	Características	Características
• Número ilimitado de usuários • Quantidade ilimitada de dados • Acesso ao suporte ao cliente • Acesso off-line • Acesso aberto à API • Diretório • Documentos • Fotos • Desenhos • Tarefas • Relatórios • Registro diário • Visualizador de agendamento • E-mail • RFIs • Envios • Transmissões • Encontros • Correspondência • Especificações • Lista de pendências	• Inclui recursos do plano Connect the Field e Office, além de • Orçamento • Mudar a gestão • Compromissos • Custos diretos • Contrato Principal	• Inclui recursos do plano Gerenciar Projetos e Finanças, além de • Licitação • Faturamento • Formulários • Incidentes • Inspeções • Observações • Planos de ação
Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.	Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.	Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.

Figura 32- Quadro de planos e preços do Procore (Cunha, 2022)

3.7CYPE

3.7.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

- **Foco na Eficiência Energética e Sustentabilidade:**
 - O CYPE Management inclui ferramentas avançadas para análise e otimização de desempenho energético dos edifícios, permitindo que os projetistas avaliem e implementem soluções para melhorar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental dos projetos.
- **Suporte a Normas e Regulamentações Locais e Internacionais:**

A plataforma é atualizada regularmente para garantir conformidade com as normas e regulamentações locais e internacionais aplicáveis ao setor da construção, de forma a ajudar os utilizadores a manterem-se atualizados com os requisitos legais e a garantir a conformidade de seus projetos.
- **Interface:**
 - O CYPE Management é projetado com uma interface intuitiva e amigável, facilitando sua utilização por profissionais de diferentes níveis de habilidade, reduzindo a curva de aprendizagem e melhorar a eficiência no uso da plataforma.

No entanto, apresenta algumas desvantagens como:

- **Integração Limitada com Outros Softwares:**

(Versão final)

- Possibilidade de limitações na integração com outros softwares e ferramentas utilizados no setor da construção.
- **Suporte e Atualizações:**
 - O suporte técnico e as atualizações podem não ser tão abrangentes ou ágeis como outras plataformas do mercado, podendo resultar em tempos de resposta mais longos para resolver problemas ou implementar novas funcionalidades.
- **Escalabilidade Limitada:**
 - Para projetos muito grandes ou complexos, o CYPE Management pode apresentar limitações em termos de escalabilidade, de modo que pode afetar o desempenho e a eficácia da plataforma em lidar com volumes significativos de dados e processos.
- **Planeamento Probabilístico:**
 - Pode ser necessário recorrer a ferramentas externas para fazer uma análise probabilísticas detalhada.

3.7.2 REQUISITOS DO SISTEMA

A própria empresa Cype, fez testes com vários equipamentos e concluiu que, sistemas equivalentes ou superiores existentes no mercado, ao exemplo dado a seguir, resultam num bom funcionamento do programa:

- PROCESSADOR: Intel i7 12MB
- MEMÓRIA: 16 GB DDR4 2400
- DISCOS: SSD M.2 PCIe
- SISTEMA OPERATIVO: Windows 10
- PLACA GRÁFICA: NVIDIA GeForce GTX 1050 (Cype, 2024)
-

3.7.3 PLANOS E PREÇOS

- **Custo inicial:**
 - Varia de €1000 a €3000, dependendo do tipo de licença e do mercado.
 - Os preços podem variar de acordo com as funcionalidades desejadas e o país de compra.
- **Custo de manutenção mensal:**
 - Geralmente representa 15% a 20% do valor total da licença.
 - O valor exato depende das opções de suporte e atualizações oferecidas pela empresa.

3.8 TABELA COMPARATIVA DAS FERRAMENTAS DOS PROGRAMAS

A tabela apresentada compara diversas plataformas de software de planeamento de obras no setor da construção civil, destacando as suas funcionalidades nativas. Estes programas são avaliados de acordo com vários critérios, permitindo uma análise detalhada das suas capacidades e limitações, facilitando assim a escolha do software mais adequado para diferentes projetos de engenharia civil.

Todos os programas mencionados, incluindo MS Project, CCS Candy, Primavera P6, Autodesk BIM 360, Procore e CYPE, suportam a criação de diagramas de Gantt. Esta funcionalidade é fundamental para a visualização do cronograma do projeto, permitindo aos gestores de projeto monitorizar o progresso das tarefas e identificar atrasos potenciais.

(Versão final)

A afetação de custos é suportada por todos os softwares, exceto o Autodesk BIM 360. Esta funcionalidade permite aos utilizadores gerir e controlar os custos do projeto, sendo essencial para manter o orçamento dentro dos limites estabelecidos. Programas como MS Project, CCS Candy, Primavera P6, Procore e CYPE oferecem ferramentas avançadas para a gestão financeira de projetos, ajudando a garantir a viabilidade económica do empreendimento.

De forma semelhante, a afetação de recursos é suportada por todos os softwares, exceto o Autodesk BIM 360. A gestão eficiente dos recursos, incluindo mão-de-obra, equipamentos e materiais, é crucial para o sucesso de qualquer projeto de construção. Ferramentas como o MS Project, CCS Candy, Primavera P6, Procore e CYPE permitem a alocação e monitorização detalhada dos recursos, ajudando a evitar conflitos e garantir que todas as atividades são devidamente suportadas.

Todos os programas, exceto o Autodesk BIM 360, suportam a anotação de dados às tarefas. Esta funcionalidade facilita a documentação e a comunicação de informações críticas diretamente no cronograma do projeto, proporcionando uma visão clara e detalhada do estado de cada tarefa.

O planeamento probabilístico, que inclui a análise de riscos e incertezas, é suportado nativamente apenas pelo MS Project e pelo Primavera P6. Esta funcionalidade permite a criação de cenários e a avaliação da probabilidade de cumprir os prazos estabelecidos, sendo essencial para projetos com elevado grau de incerteza.

Todos os softwares analisados, incluindo MS Project, CCS Candy, Primavera P6, Autodesk BIM 360, Procore e CYPE, oferecem alta interoperabilidade, permitindo a integração com outras ferramentas e sistemas. Esta capacidade é fundamental para a troca de dados e a coordenação entre diferentes equipas e plataformas de software.

A exportação de dados para Excel é uma funcionalidade suportada por todos os programas. Esta capacidade facilita a análise e manipulação de dados fora do ambiente do software de planeamento, permitindo a criação de relatórios personalizados e a realização de análises adicionais.

Todos os softwares oferecem facilidade na criação de diversos relatórios, uma funcionalidade crítica para a comunicação eficaz e a tomada de decisões informadas. Relatórios detalhados e customizáveis ajudam os gestores a acompanhar o progresso do projeto e a identificar áreas que necessitam de atenção.

A capacidade de realizar simulações através de modelos 4D, que integra a dimensão do tempo com a modelagem 3D, é suportada apenas pelo Primavera P6, Autodesk BIM 360 e Procore. Esta funcionalidade permite uma visualização mais completa do progresso do projeto e a identificação de potenciais conflitos antes da execução no terreno.

A deteção de colisão, crucial para identificar e resolver conflitos de espaço antes da execução no terreno, é suportada apenas pelo Primavera P6, Autodesk BIM 360 e Procore. Esta funcionalidade ajuda a prevenir problemas durante a construção, garantindo que todas as especialidades estão coordenadas e que o projeto pode prosseguir sem interrupções.

A análise da tabela revela que cada software possui pontos fortes específicos que podem ser mais ou menos adequados dependendo das necessidades do projeto. O MS Project e o Primavera P6 destacam-se pelas suas capacidades abrangentes de planeamento, incluindo o planeamento probabilístico. O Autodesk BIM 360 e o Procore são fortes em simulações 4D e deteção de colisão, sendo ideais para projetos que beneficiam de

(Versão final)

visualização avançada e coordenação de modelos. O CCS Candy e o CYPE, embora úteis, apresentam algumas limitações em funcionalidades avançadas como o planeamento probabilístico e as simulações 4D.

Tabela 1 - Comparação das diferentes ferramentas dos programas

Software	Diagrama de Gantt	Afetação de Custos	Afetação de Recursos	Anotação de Dados às Tarefas	Planeamento Probabilístico	Interoperabilidade	Exportação para Excel	Facilidade de Diversos Relatórios	Simulações através de Modelos 4D	Detecção de Colisão
MS Project	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
CCS Candy	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X
Primavera P6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Autodesk BIM 360	✓	X	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
Procore	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
CYPE	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X

3.9 ISO 25010

O ISO 25010 é uma norma internacional que define um conjunto de características de qualidade de software e fornece um modelo para avaliar e medir a qualidade do software com base nessas características. Esta norma é uma evolução do modelo anterior, o ISO 9126, e foi publicada em 2011. Desde então, tem sido amplamente adotada e utilizada por organizações em todo o mundo como referência para avaliar e melhorar a qualidade do software. É importante ressaltar que o ISO 25010 não prescreve uma metodologia específica para avaliação de software, mas fornece uma estrutura que pode ser adaptada e complementada com outras abordagens e técnicas de engenharia de software.

As características de qualidade definidas pelo ISO 25010 estão agrupadas em dois tipos principais: características internas e externas. As características internas referem-se aos atributos do software que podem ser avaliados sem a necessidade de executar o software, enquanto as características externas são aquelas que só podem ser avaliadas observando o comportamento do software em execução.

As características internas incluem, por exemplo, a manutenibilidade, que se refere à facilidade com que o software pode ser modificado, a portabilidade, que se refere à facilidade com que o software pode ser transferido entre diferentes ambientes, e a eficiência, que se refere ao desempenho do software em termos de uso de recursos como CPU e memória.

Por outro lado, as características externas incluem a usabilidade, que se refere à facilidade de uso do software pelo utilizador final, a funcionalidade, que se refere às capacidades oferecidas pelo software para atender aos requisitos do consumidor, e a confiabilidade, que se refere à capacidade do software de manter o desempenho esperado sob condições específicas.

De seguida, proceder-se-á à análise dos programas já mencionados segundo a norma ISO 25010, focando especificamente nas características de funcionalidade, desempenho, compatibilidade, usabilidade, fiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade. No contexto desta análise, cada uma dessas características irá ser examinada, visando entender melhor as capacidades e limitações dos programas.

A funcionalidade avalia se os programas atendem às necessidades e requisitos especificados; o desempenho refere-se à resposta e ao tempo de processamento; a compatibilidade verifica a capacidade de os programas operarem em diferentes ambientes e com outros sistemas; a usabilidade foca na facilidade de uso e aprendizagem; a fiabilidade considera a capacidade de os programas funcionarem sob condições específicas (Yakasai, 2023); a segurança abrange a

proteção contra acesso não autorizado e vulnerabilidades; a manutenção avalia a facilidade de modificação e atualização dos programas; e a portabilidade refere-se à capacidade de os programas serem transferidos para outros ambientes (Choudhary, Sharma, & Singh, 2021).

No entanto, como já mencionado anteriormente, algumas dessas características dependem diretamente do uso real do programa, o que não ocorreu nesta dissertação. Portanto, as informações utilizadas para avaliar essas características foram obtidas exclusivamente a partir de estudos e análises previamente realizados por outras pesquisas e publicações.

3.9.1 MS PROJECT

- **Funcionalidade:** O MS Project oferece uma ampla gama de funcionalidades para planeamento, agendamento e rastreamento de projetos (Microsoft, 2023).
- **Desempenho:** O desempenho do software é geralmente satisfatório, com tempos de resposta rápidos em tarefas comuns, mesmo quando se trata da gestão de grandes projetos e muitos recursos.
- **Compatibilidade:** O MS Project é altamente compatível com outras ferramentas e plataformas da Microsoft, como Excel, SharePoint e Teams, facilitando a integração e a troca de informações entre diferentes sistemas (Microsoft, 2023).
- **Usabilidade:** Com uma interface intuitiva, o MS Project facilita o uso para gestores de projetos, embora haja uma curva de aprendizagem para utilizadores iniciantes. A interface gráfica permite uma visualização clara dos cronogramas e das alocações de recursos.
- **Confiabilidade:** O software é conhecido pela sua estabilidade e confiabilidade em ambientes empresariais, com suporte contínuo e atualizações regulares, minimizando as interrupções e falhas (Stelzer & Mellis, 1998).
- **Segurança:** O MS Project implementa medidas de segurança robustas, incluindo controle de acesso baseado em função e integração com o Active Directory para gestão de identidade e acesso (Microsoft, 2023).
- **Manutenibilidade:** A integração com outras ferramentas Microsoft simplifica a manutenção e atualização do software. O MS Project possui documentação abrangente e suporte técnico acessível, o que facilita a sua manutenção (Marchewka, 2015).
- **Portabilidade:** Disponível em diversas plataformas, incluindo versões para desktop e online, o MS Project permite que os utilizadores acessem e atualizem projetos de diferentes dispositivos e locais (Microsoft, 2023).

3.9.2 CCS CANDY

- **Funcionalidade:** Oferece funções robustas para estimativas de custos e gestão de projetos, sendo muito utilizado na construção civil (CCS, 2023).
- **Desempenho:** O software é eficiente em processar grandes quantidades de dados, com tempos de resposta adequados.
- **Compatibilidade:** CCS Candy é compatível com outros softwares de gestão da construção e pode ser integrado a diferentes plataformas de software (CCS, 2023).
- **Usabilidade:** A interface pode ser complexa para novos utilizadores, exigindo formação para utilização eficiente.
- **Confiabilidade:** É conhecido pela sua precisão e estabilidade.
- **Segurança:** Implementa medidas de segurança, incluindo proteção de dados e controle de acesso (CCS, 2023).
- **Manutenibilidade:** Atualizações regulares e suporte técnico especializado facilitam a manutenção.
- **Portabilidade:** Principalmente disponível para desktop, com opções limitadas de uso móvel (CCS, 2023).

(Versão final)

3.9.3 PRIMAVERA P6

- **Funcionalidade:** Oferece uma extensa gama de funcionalidades para planeamento e controle de projetos complexos (Oracle, 2023).
- **Desempenho:** Alto desempenho em termos de processamento de dados e fornecimento de relatórios.
- **Compatibilidade:** É compatível com várias outras ferramentas de software e plataformas de gestão de projetos (Oracle, 2023).
- **Usabilidade:** A interface é poderosa, mas pode ser complicada para novos utilizadores.
- **Confiabilidade:** Conhecido pela sua robustez e confiabilidade em grandes projetos de infraestruturas.
- **Segurança:** Implementa várias medidas de segurança, incluindo controlo de acesso e proteção de dados (Oracle, 2023).
- **Manutenibilidade:** Boas práticas de atualização e integração com outros sistemas facilitam a manutenção.
- **Portabilidade:** Disponível para desktop e opções limitadas para uso móvel (Oracle, 2023).

3.9.4 AUTODESK BIM360

- **Funcionalidade:** Proporciona ferramentas robustas para colaboração, gestão de documentos e controlo de qualidade (Autodesk, 2023).
- **Desempenho:** Excelente desempenho em termos de sincronização de dados e colaboração em tempo real (Bynum, Issa, & Olbina, 2013).
- **Compatibilidade:** Altamente compatível com outras ferramentas da Autodesk e plataformas de BIM (Autodesk, 2023).
- **Usabilidade:** A interface é intuitiva e projetada para facilitar a colaboração (Mordue, Swaddle, & Philp, 2016).
- **Confiabilidade:** Oferece alta confiabilidade e estabilidade, essencial para grandes projetos de construção (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018).
- **Segurança:** Inclui medidas robustas de segurança para proteção de dados e controlo de acesso (Autodesk, 2023).
- **Manutenibilidade:** Atualizações regulares e fácil integração com outras soluções Autodesk facilitam a manutenção (Barlish & Sullivan, 2012).
- **Portabilidade:** Disponível para desktop e dispositivos móveis, facilitando o acesso a partir de outros dispositivos (Autodesk, 2023).

3.9.5 PROCORE

- **Funcionalidade:** Oferece uma ampla gama de ferramentas para gestão de projetos, desde o planeamento até à execução (Procore, 2023).
- **Desempenho:** Rápido em termos de processamento e resposta, mesmo com grandes volumes de dados.
- **Compatibilidade:** Compatível com várias outras ferramentas de software de construção, permitindo integração fácil (Procore, 2023).
- **Usabilidade:** Interface amigável e intuitiva, projetada para facilitar o uso para diversas equipas.
- **Confiabilidade:** Alta confiabilidade e suporte técnico robusto.
- **Segurança:** Oferece várias medidas de segurança para proteger dados e controlar acessos (Procore, 2023).
- **Manutenibilidade:** Facilmente mantido com atualizações regulares e bom suporte técnico.
- **Portabilidade:** Disponível em várias plataformas, incluindo versões móveis (Procore, 2023).

3.9.6 CYPE

- **Funcionalidade:** Oferece funcionalidades específicas para cálculo estrutural e instalações, suportando diversos códigos de construção (CYPE, 2023).

- **Desempenho:** Alto desempenho em cálculos e simulações, com tempos de resposta rápidos.
- **Compatibilidade:** Compatível com várias outras ferramentas de engenharia e software de design (CYPE, 2023).
- **Usabilidade:** Interface técnica, exigindo conhecimento especializado para uso eficaz.
- **Confiabilidade:** Reconhecido pela sua precisão e confiabilidade em cálculos complexos.
- **Segurança:** Inclui medidas de segurança para proteção de dados e controlo de acesso (CYPE,2023).
- **Manutenibilidade:** Fácil de manter com atualizações frequentes e suporte técnico.
- **Portabilidade:** Principalmente disponível para desktop, com opções limitadas de uso móvel (CYPE, 2023).

4

PROPOSTA DE PLANEAMENTO APOIADO POR PROGRAMA DE COMPUTADOR

4.1 ESCOLHA DO PROGRAMA

Ao longo deste estudo, foram analisados seis programas de gestão de projetos com o intuito de identificar a ferramenta mais adequada para a implementação prática das metodologias estudadas. Entre os softwares avaliados, destacaram-se o Primavera P6 e o Microsoft Project (MS Project) como os principais candidatos, dado que eram os únicos programas, dentro dos que foram analisados, que detinham ferramentas nativas para o planeamento probabilístico. No entanto, após uma análise criteriosa das vantagens e desvantagens inerentes a cada um deles, bem como uma comparação detalhada dos planos disponibilizados e dos respetivos custos, optei pelo Microsoft Project. Esta decisão foi fundamentada não só na relação custo-benefício, mas também na flexibilidade e na adequação do Microsoft Project, face às necessidades específicas do projeto. Adicionalmente, o suporte do MS Project demonstrou-se não apenas acessível, mas também eficiente, na medida em que prontamente responderam e forneceram uma licença para testar o programa, permitindo uma integração imediata do software no contexto deste estudo.

4.2 ORGANIZAÇÃO DO CAPÍTULO

No presente capítulo, apresenta-se um guia de utilização detalhado do programa Microsoft Project, onde inicialmente, o guia aborda o Início de um Projeto. Esta seção explica como abrir o Microsoft Project e iniciar um novo projeto. Os utilizadores são instruídos a clicar em “File” (Ficheiro), selecionar “New” (Novo) e, em seguida, escolher “Blank Project” (Projeto em Branco) para começar um projeto do zero. Após a criação do projeto, a definição das informações básicas do projeto é discutida, incluindo a data de início e o nome do projeto. Além disso, a configuração do calendário é detalhada, mostrando como ajustar os dias úteis, horas de trabalho e adicionar feriados específicos ao calendário, garantindo que o cronograma reflita com precisão os dias de trabalho.

A próxima secção é dedicada ao Planeamento de Tarefas. Esta parte do guia explica como inserir tarefas na vista de Gantt, definindo o nome e a duração de cada uma. A importância das dependências entre tarefas é destacada, com instruções sobre como estabelecer estas dependências para garantir a sequência correta das atividades.

Seguindo para a Alocação de Recursos, o guia detalha como adicionar diferentes tipos de recursos, como pessoas, equipamentos e materiais, na folha de recursos. Depois de adicionar os recursos, a secção explica como atribuí-los às tarefas específicas, onde é possível ajustar as taxas de alocação e os custos associados a cada recurso.

A secção de Monitorização e Controlo aborda a importância de definir uma linha de base para o projeto, explicando como fazê-lo e como utilizá-la para monitorizar o desempenho do projeto em relação ao plano original. A atualização do progresso das tarefas é discutida, mostrando como inserir o

(Versão final)

percentual concluído para cada tarefa na vista de Gantt. Além disso, o guia explica como criar diversos relatórios no Microsoft Project, que são essenciais para a análise do progresso e desempenho do projeto.

Em relação à Gestão de Custos, o guia explica como definir o orçamento inicial do projeto e a rastrear despesas ao longo do tempo. Utiliza a visualização de custos para acompanhar as despesas em tempo real, inserindo custos nas colunas apropriadas na vista de uso de tarefas ou recursos.

A secção da resolução de Problemas Comuns aborda a identificação e resolução de problemas frequentes, como a superalocação de recursos. O guia explica como identificar superalocações na folha de recursos e como resolver esses problemas utilizando a vista de planeamento de equipa para redistribuir tarefas ou ajustar a disponibilidade dos recursos. Também são abordadas estratégias para ajustar dependências e reavaliar durações de tarefas para otimizar o cronograma e resolver atrasos ou conflitos.

Finalmente, o guia inclui uma secção sobre Planeamento Probabilístico no Microsoft Project, explicando como utilizar o método PERT para considerar incertezas nas durações das tarefas. O método PERT ajuda a obter uma estimativa mais precisa ao considerar diferentes cenários (otimista, mais provável e pessimista). A secção explica como adicionar as colunas correspondentes para inserir estas estimativas e como calcular a duração PERT para cada tarefa.

Adicionalmente, a secção sobre Planeamento Probabilístico com Integração de Software de Riscos detalha como integrar o Microsoft Project com softwares como o @Risk para uma análise mais completa. Esta integração permite realizar simulações de Monte Carlo, proporcionando uma análise detalhada das incertezas do projeto. O guia descreve como instalar o software, exportar o projeto do Microsoft Project, importar no @Risk, definir distribuições de probabilidade e executar simulações para analisar riscos e oportunidades no cronograma do projeto.

Cada uma dessas secções é estruturada para fornecer aos utilizadores do Microsoft Project uma compreensão das funcionalidades do software, facilitando a implementação de práticas eficazes de planeamento e gestão de projetos.

4.3 GUIA DE UTILIZAÇÃO DO MICROSOFT PROJECT

4.3.1 INÍCIO DE UM PROJETO

Para iniciar um novo projeto no Microsoft Project, é necessário:

- 1. Abrir o Microsoft Project:** Inicie o programa a partir do menu Iniciar ou da barra de tarefas.
- 2. Criar um Novo Projeto:**
 - Clique em “File” (Ficheiro).
 - Selecione “New” (Novo).
 - Clique em “Blank Project” (Projeto em Branco) para começar um projeto do zero.

(Microsoft, 2024a)

1. Definir Informações do Projeto:

- No menu superior, clique em "Projeto".
- Selecione a opção “Project Information” (Informações do Projeto).
- Defina a data de início do projeto e outras informações importantes, como o nome do projeto.

(Microsoft, 2024a)

A configuração do calendário é crucial para garantir que o cronograma do projeto reflita com precisão

(Versão final)

os dias úteis e feriados.

1. **Acesso ao Calendário:**
 - Clique em “Project” no menu superior.
 - Selecione “Change Working Time” (Alterar Horário de Trabalho).
2. **Configuração de Dias Úteis e Feriados:**
 - No diálogo que se abre, ajuste os dias úteis, horas de trabalho e adicione feriados específicos ao calendário.

(Microsoft, 2024b)

4.3.2 PLANEAMENTO DE TAREFAS

As tarefas são os blocos de construção do seu projeto. Para adicionar tarefas:

1. **Inserir Tarefas:**
 - Na vista de Gantt, clique na coluna “Task Name” (Nome da Tarefa) e insira o nome da tarefa.
2. **Definir Duração:**
 - Na coluna “Duration” (Duração), insira a duração esperada da tarefa. Pode usar dias (d), semanas (w), horas (h), etc.

As dependências entre tarefas definem a ordem em que elas devem ser concluídas. Para criar dependências:

1. **Selecionar Tarefas Dependentes:**
 - Selecione a tarefa que deve ser concluída antes e a tarefa que deve começar depois.
2. **Estabelecer Dependências:**
 - Clique com o botão direito e selecione “Link Tasks” (Ligar Tarefas) ou use o atalho “Ctrl + F2”.

4.3.3 ALOCAÇÃO DE RECURSOS

Os recursos podem ser pessoas, equipamentos ou materiais necessários para a conclusão das tarefas.

1. **Inserir Recursos:**
 - Clique em “Resource Sheet” (Folha de Recursos) no menu “View” (Vista).
2. **Adicionar Recursos:**
 - Insira o nome do recurso e outras informações relevantes, como taxa de custo.

Depois de adicionar os recursos, é necessário atribuí-los às tarefas.

1. **Atribuir Recursos:**
 - Selecione a tarefa na vista de Gantt.
2. **Atribuir Recursos:**
 - Clique em “Resource” (Recurso) no menu superior e depois em “Assign Resources” (Atribuir Recursos). Selecione o recurso desejado e clique em “Assign” (Atribuir).

4.3.4 MONITORIZAÇÃO E CONTROLO

A linha de base é uma cópia do cronograma original que serve como referência para o desempenho do projeto.

(Versão final)

1. Definir Linha de Base:

- Clique em “Project” no menu superior, selecione “Set Baseline” (Definir Linha de Base) e depois “Set Baseline” novamente.

Manter o cronograma atualizado é essencial para monitorizar o progresso do projeto.

1. Atualizar Progresso:

- Na vista de Gantt, insira o percentual concluído na coluna “% Complete” (Porcentagem Concluída) para cada tarefa.

O Microsoft Project oferece diversas opções de relatórios para análise do progresso e desempenho.

1. Gerar Relatórios:

- Clique em “Report” (Relatório) no menu superior e escolha o tipo de relatório desejado, como “Project Overview” (Visão Geral do Projeto) ou “Resource Overview” (Visão Geral de Recursos).

4.3.5 GESTÃO DE CUSTOS

1. Definir Orçamento Inicial:

- Na aba “Project”, selecione “Project Information” e insira o orçamento total do projeto.

2. Rastrear Despesas:

- Utilize a visualização de custos para acompanhar as despesas do projeto em tempo real.
- Insira os custos nas colunas apropriadas no “Task Usage” ou “Resource Usage”.

3. Análise de Valor Agregado (EVM):

- Na aba “Report”, selecione “Costs” e depois “Earned Value” para visualizar o desempenho financeiro do projeto.
- Interprete os gráficos de valor agregado para entender a variação de custo (CV) e variação de cronograma (SV).

4.3.6 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMUNS

Um dos problemas que ocorre frequentemente é a superalocação ocorre quando um recurso é atribuído a mais tarefas do que pode suportar.

1. Identificar Superalocação:

- Vá para a “Resource Sheet” e procure por indicadores de superalocação.

2. Resolver Superalocação:

- Use a vista “Team Planner” para redistribuir tarefas ou ajustar a disponibilidade de recursos.

Se o cronograma mostrar atrasos ou conflitos, ajustes podem ser necessários.

1. Ajustar Dependências:

- Revise e ajuste as dependências entre tarefas para otimizar o cronograma.

2. Reavaliar Durações:

- Reavalie as durações das tarefas e ajuste conforme necessário.

4.3.6 PLANEAMENTO PROBABILÍSTICO NO MICROSOFT PROJECT

(Versão final)

O planeamento probabilístico considera variáveis de incerteza, permitindo a análise de múltiplos cenários e a obtenção de uma visão mais realista do cronograma do projeto. No Microsoft Project, é possível usar o método PERT, para calcular uma duração ponderada das tarefas, considerando três estimativas: otimista, mais provável e pessimista. Este método ajuda a obter uma estimativa mais precisa das durações das tarefas ao considerar a incerteza e a variabilidade inerente a cada atividade.

Para utilizar o método PERT no Microsoft Project:

1. Adicionar Colunas:

- No Microsoft Project, adicione as colunas "Duração Otimista", "Duração Pessimista" e "Duração Mais Provável" ao seu cronograma. Estas colunas permitirão introduzir diferentes estimativas para cada tarefa.

2. Inserir Estimativas:

- Para cada tarefa, inserir as estimativas de duração otimista, pessimista e mais provável nas colunas correspondentes. Estas estimativas podem ser baseadas em dados históricos, experiências passadas ou opinião de especialistas.

Com as estimativas inseridas, o Microsoft Project pode calcular a duração PERT para cada tarefa, uma vez que é possível adicionar fórmulas para uma determinada coluna e fazer cálculos entre colunas previamente definidas.

Após calcular as durações PERT, utilize as ferramentas de visualização e relatórios do Microsoft Project para analisar o cronograma resultante.

1. Análise de Desvios:

- Compare as durações PERT com as estimativas iniciais para identificar possíveis variações e riscos no cronograma.

2. Ajustes no Cronograma:

- Baseado na análise dos resultados, ajuste as durações das tarefas conforme necessário para refletir uma visão mais realista do projeto.

4.3.7 PLANEAMENTO PROBABILÍSTICO NO MICROSOFT PROJECT COM INTEGRAÇÃO DE SOFTWARE DE RISCOS

O planeamento probabilístico envolve a consideração de incertezas e riscos no planeamento de projetos. Para uma análise completa e uma simulação probabilística completa, pode-se integrar software de análise de riscos, como o @Risk ou o Primavera Risk Analysis. Isto porque, ainda que o MS Project permita a criação de diferentes cenários de projeto que podem ser usados para uma análise de impacto e planeamento contingente, não permite uma simulação probabilística completa. O planeamento probabilístico considera variáveis de incerteza, permitindo a análise de múltiplos cenários e a obtenção de uma visão mais realista do cronograma do projeto (Palisade Corporation, 2024).

Para integrar o Microsoft Project com o @Risk, siga os passos abaixo:

1. **Instalar o @Risk:** Instale o software @Risk no seu computador. Siga as instruções fornecidas pelo fabricante.
2. **Exportar Projeto:** No Microsoft Project, exporte o projeto em formato .MPP.

(Palisade Corporation, 2024)

Após a exportação, siga os seguintes passos no @Risk:

1. **Importar Projeto:** Abra o @Risk e importe o arquivo .MPP exportado do Microsoft Project.
2. **Definir Distribuições de Probabilidade:** Configure distribuições de probabilidade para durações de tarefas e custos. Utilize dados históricos e estimativas de especialistas para definir essas distribuições.

(Palisade Corporation, 2024)

A simulação de Monte Carlo é utilizada para analisar as incertezas do projeto:

1. **Executar Simulação:** No @Risk, configure a simulação de Monte Carlo e execute-a. O software irá fornecer múltiplos cenários baseados nas distribuições de probabilidade definidas.
2. **Análise de Resultados:** Analise os resultados da simulação para identificar possíveis riscos e oportunidades no cronograma do projeto.

(Palisade Corporation, 2024)

Após a análise no @Risk, integre os resultados ao cronograma do Microsoft Project:

1. **Ajustar Cronograma:** Baseado nos resultados da simulação, ajuste o cronograma no Microsoft Project para refletir uma visão mais realista do projeto.
2. **Comunicação de Riscos:** Utilize os relatórios fornecidos para comunicar riscos e incertezas às partes interessadas do projeto.

(Palisade Corporation, 2024)

5

APLICAÇÃO PRÁTICA DO PROGRAMA EM OBRA

5.1 ENQUADRAMENTO DA EMPRESA ACOLHEDORA

A CCR Engenharia & Construção, uma das empresas-chave do Grupo CCR, fundada em 2005, destaca-se na execução de projetos habitacionais, industriais e de infraestruturas, integrando soluções inovadoras e sustentáveis. Esta empresa, adota uma abordagem holística, integrando todas as fases de um projeto de construção. Este nível de compromisso e profissionalismo é o que permite à CCR Engenharia & Construção superar as expectativas dos clientes, entregando projetos dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

O projeto de dissertação que desenvolvi está intimamente ligado à necessidade de aplicar na prática o conhecimento teórico adquirido. Neste contexto, planeio realizar o planeamento de uma tarefa concreta na obra de construção de uma habitação social, que inclui 7 T0, 28 T1 e 84 T2. Este planeamento específico é crucial para garantir que todos os aspetos da construção são devidamente considerados e que a execução é feita de acordo com os mais altos padrões de qualidade e eficiência.

A construção de uma habitação social desta escala requer uma abordagem metódica e bem organizada. O planeamento de tarefas específicas permite não só a gestão eficaz do tempo e dos recursos, mas também a identificação antecipada de potenciais desafios e a implementação de soluções adequadas. Este processo é fundamental para assegurar que a construção progride de forma eficiente, respeitando todos os requisitos técnicos e regulamentares. Ao aplicar na prática os conhecimentos adquiridos, pretende-se comprovar que o programa escolhido é capaz de responder de forma eficaz às necessidades dos projetos de construção, neste caso, de uma habitação social, e em simultâneo, testar as ferramentas do MS Project e analisar o benefício do uso deste programa no planeamento de obras.

5.2 APLICAÇÃO DO MICROSOFT PROJECT EM OBRA

Para aplicação prática do que foi estudado ao longo deste projeto de dissertação, desenvolveu-se um ficheiro de MS Project para planear e fazer a gestão detalhada da fase de preparação do terreno e a betonagem dos sete blocos previstos no projeto. Para a elaboração deste plano de trabalhos, usamos dados fornecidos pela empresa acolhedora. A CCR forneceu as durações das tarefas, os recursos necessários para completar cada uma das tarefas, bem como, as relações de dependência entre as tarefas. Sendo assim, uma vez que as datas de início das tarefas eram conhecidas e sabia-se ainda a data do fim de algumas tarefas, ao assumir que para as tarefas futuras de trabalho semelhante o tempo da duração das tarefas iria ser o mesmo foi possível elaborar um plano de trabalhos.

O planeamento inicia-se então com a decapagem do terreno, uma etapa crucial que envolve a remoção da camada superficial do solo, composta por vegetação e materiais orgânicos. Esta operação é fundamental para preparar o terreno para as fases subsequentes de construção, garantindo uma base limpa e estável.

Em seguida, avançamos para a escavação geral, onde é removida uma quantidade significativa de solo para alcançar a cota necessária para a implantação das fundações. Esta escavação é realizada com equipamento pesado, assegurando que o terreno é preparado de acordo com as especificações do projeto.

A escavação para fundação é uma etapa mais precisa, onde se criam valas específicas para receber as fundações do edifício. Esta fase requer precisão e atenção aos detalhes, pois as fundações são a base sobre a qual todo o edifício será construído.

No que diz respeito ao betão, o planeamento inclui várias etapas. Primeiramente, o betão de regularização é utilizado para nivelar a base das fundações, criando uma superfície plana e uniforme sobre a qual serão construídas as estruturas de suporte. Esta camada de betão é essencial para garantir a estabilidade e uniformidade das fundações.

Depois, temos o betão para as sapatas isoladas e contínuas. As sapatas isoladas são elementos estruturais que suportam colunas ou pilares individuais, enquanto as sapatas contínuas suportam várias colunas alinhadas ou uma parede. Estes elementos são vitais para distribuir as cargas do edifício de maneira uniforme para o solo.

O plano também contempla os lintéis de fundação, que são elementos horizontais de betão colocados sobre as aberturas nas fundações, como portas e janelas, para distribuir a carga sobre essas aberturas e evitar fissuras na estrutura.

Para os muros de suporte, utilizamos betão para criar paredes que ajudam a reter o solo e suportar a estrutura do edifício. Estes muros são essenciais em terrenos inclinados ou onde há necessidade de criar diferentes níveis de terreno. Adicionalmente, o plano inclui, igualmente, a execução do pavimento térreo, que é a base do edifício a nível do solo.

Os pilares e paredes de betão são os elementos verticais principais que suportam a carga do edifício e transferem essa carga para as fundações. A construção destes elementos requer uma execução precisa para garantir a integridade estrutural do edifício.

As lajes e vigas são igualmente importantes no plano. As lajes são elementos horizontais de betão que formam os pisos e tetos do edifício, enquanto as vigas são estruturas horizontais que suportam as lajes e transferem a carga para os pilares e paredes. O nosso plano inclui a construção de lajes e vigas desde o piso 0 até à cobertura, assegurando que cada nível do edifício é corretamente suportado, bem como a construção da laje das escadas.

As etapas detalhadas do mapa de trabalhos, elaboradas com os dados fornecidos pela CCR, estão dispostas no anexo A desta dissertação. Este anexo inclui uma apresentação pormenorizada de cada fase mencionada anteriormente, desde a preparação inicial do terreno até à laje e viga de cobertura, permitindo uma compreensão clara e estruturada do planeamento e da execução das atividades. A inclusão destas informações no anexo visa fornecer uma referência prática e detalhada, onde é possível identificar o encadeamento das atividades, as suas precedências e recursos associados.

5.2.1 CONFIGURAÇÃO INICIAL DO MICROSOFT PROJECT

Após selecionar a opção de novo projeto, deve-se definir as propriedades do projeto, como o nome, a data de início e as informações do calendário, como é demonstrado na Figura 33. Estes detalhes iniciais são importantes para estabelecer uma base sólida para o plano de projeto.

Project Information for 'tese - cronograma' ✕

Start date: Current date:

Finish date: Status date:

Schedule from: Calendar:

All tasks begin as soon as possible. Priority:

Enterprise Custom Fields

Department:

Custom Field Name	Value

Figura 33- Informações do projeto

Em seguida, deve-se configurar o calendário do projeto, tal como ilustrado na Figura 34, o que inclui a definição dos dias úteis, horas de trabalho e feriados. Esta configuração garante que o planeamento do projeto reflita a realidade do ambiente de trabalho, permitindo identificar e mitigar potenciais riscos desde cedo.

[illegible]

Figura 34- Configuração do calendário

(Versão final

5.2.2 ATRIBUIÇÃO E CONFIGURAÇÃO DAS TAREFAS

Com o projeto criado e as suas propriedades definidas, o próximo passo é planejar e organizar as tarefas. Para adicionar tarefas ao projeto, deve-se ir à vista de Gantt, onde é possível inserir o nome da tarefa, a duração e as datas de início e fim. Esta vista, semelhante à Figura 35, permite uma visualização clara e organizada das tarefas ao longo do tempo.

	Decapagem do terreno	5 days	22/03/24	28/03/24
	Escavação geral	23 days	17/06/24	17/07/24
	Escavação para fundação	10 days	20/06/24	03/07/24

Figura 35- Tarefas, Microsoft Project

Para definir a duração e as dependências entre as tarefas, é necessário especificar o tempo que cada tarefa irá levar e como estas se relacionam entre si. As dependências entre tarefas podem ser definidas através das ligações de precedência, tais como "iniciar a iniciar" ou "terminar a terminar". Este planeamento detalhado, ilustrado na Figura 36, ajuda a criar uma linha temporal coerente e evita conflitos de agendamento.

Após o estabelecimento das dependências, como é possível verificar na Figura 36, é importante definir o agendamento automático das tarefas, para que seja atualizado sempre todo o planeamento e, consecutivamente, o gráfico de Gantt sempre que existam alterações seja na duração da tarefa ou alteração da data de início ou fim da tarefa. Para isso é necessário ir às opções do programa e na secção do agendamento alterar da predefinição, agendamento manual, para agendamento automático, como se verifica na Figura 37.

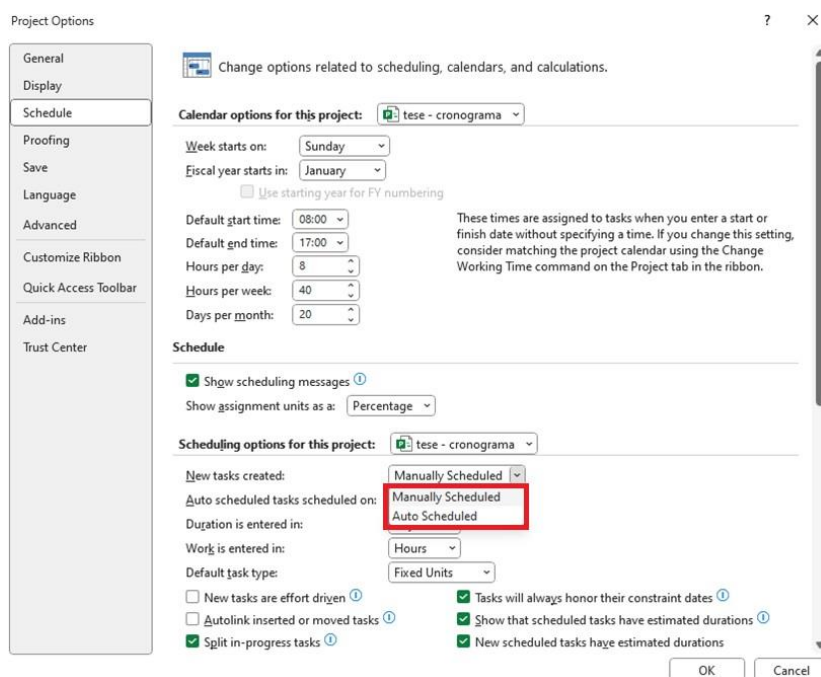


Figura 37- Modo de agendamento de novas tarefas

(Versão final)

5.2.3 CONTROLO DE CUSTOS

Depois de planear e organizar as tarefas, o passo seguinte é a atribuição de recursos. No MS Project, é possível adicionar recursos ao projeto através da vista de "Folha de Recursos", como é possível verificar na Figura 31. Estes recursos podem ser equipas, materiais ou custos, dependendo das necessidades do projeto. Consideremos agora só as tarefas e os recursos correspondentes para os pilares e parede de elevador de um piso. Isto inclui a preparação de armadura, a betonagem, cofragem e descofragem.

Para efeitos de planeamento, considerou-se a existência de duas equipas distintas. Uma para a cofragem que conta com um oficial e três serventes e, para a preparação de armadura dois oficiais e dois serventes conforme ilustrado na figura 38. Esta informação é indicada pela percentagem de 100%, que representa a alocação de um único elemento dedicado à execução da tarefa específica. Se tivéssemos, por exemplo, seis elementos alocados para a mesma tarefa, a representação seria de 600%. Este sistema de percentagens facilita a visualização e compreensão da distribuição dos recursos, garantindo que a cada tarefa é atribuída a quantidade adequada de força de trabalho necessária para a sua conclusão eficiente.

No Microsoft Project, existem três tipos principais de recursos: Trabalho, Material e Custo. Recursos de Trabalho referem-se a pessoas ou equipamentos que realizam as tarefas, medidos em unidades de tempo, e são essenciais para calcular a carga de trabalho e os custos associados. Recursos de Material são utilizados para medir e controlar os materiais necessários durante o projeto, como betão ou aço, medidos em unidades físicas, de forma a facilitar a monitorização dos consumos e dos custos. Recursos de Custo representam despesas fixas associadas a tarefas específicas, como taxas de licença ou aluguer de equipamentos, e são cruciais para o controlo financeiro do projeto.

Resource Name	Type	Material Label	Initials	Work	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Accrue At	Base Calendar
Carpinteiro Cofragem	Work		CC	20,8 hrs	100%	17,00 €/hr	4,50 €/hr	Prorated	Standard
Servente Cofragem	Work		SC	20,8 hrs	300%	14,00 €/hr	3,50 €/hr	Prorated	Standard
Ferrageiro	Work		F	8 hrs	200%	15,00 €/hr	4,00 €/hr	Prorated	Standard
Servente Ferrageiro	Work		SF	0 hrs	200%	12,00 €/hr	3,00 €/hr	Prorated	Standard
Gruista	Work		G	8,96 hrs	100%	20,00 €/hr	5,00 €/hr	Prorated	Standard
Encarregado	Work		E	3,2 hrs	100%	25,00 €/hr	6,50 €/hr	Prorated	Standard
Grua	Work		G	0 hrs	100%	30,00 €/hr	0,00 €/hr	Prorated	Standard
Betão	Material	m3	BET	20 m3		75,00 €		Prorated	
Ferro	Material	kg	FE	2 001 kg		0,40 €		Start	

Figura 38- Alocação de Recursos, Microsoft Project

A Taxa Padrão (Std. Rate) representa o custo básico por hora para cada recurso de trabalho, e é crucial definir esta taxa para calcular com precisão o custo total do trabalho realizado pelas equipas, o que é essencial para uma gestão financeira eficaz do projeto. A Taxa de Horas Extra (Ovt.) indica o custo adicional por hora quando os recursos trabalham além do horário normal.

Estabeleceu-se que todos os custos seriam acumulados de forma proporcional, seguindo o método Prorated (Accrue At). Este sistema permite que os custos sejam atribuídos e acumulados de maneira contínua e conforme com o progresso do trabalho realizado ao longo da duração de cada tarefa. Contudo, há a possibilidade de não se usar o último método mencionado, como é o caso do material "Ferro". Para este material específico, assume-se que a sua aquisição ocorre antecipadamente, antes da execução da tarefa na qual será utilizado.

É igualmente relevante mencionar que, além destas duas modalidades mencionadas anteriormente, existe a opção de acumulação de custos onde os pagamentos são realizados

apenas no final do projeto. No entanto, esta opção não foi adotada no presente caso.

(Versão final)

Uma vez todos os recursos definidos, segue-se para a atribuição de recursos às tarefas, e para tal, deve-se voltar à vista de Gantt e alocar os recursos às tarefas respetivas, tal como demonstrado na Figura 39. Esta associação permite um acompanhamento eficaz da carga de trabalho de cada recurso e evita sobrecargas ou subutilizações.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	% Complete	Cost
✓	Pilares e Parede de Elevador Edifício A - Piso 0	4 days	17/07/24	22/07/24			100%	3 350,00 €
✓	Preparação da Armadura	1 day	17/07/24	17/07/24		Ferrageiro; Servente Ferrageiro;Encarregado	100%	920,40 €
✓	Cofragem	1 day	18/07/24	18/07/24	2	Carpinteiro Cofragem;Servente	100%	248,00 €
✓	Betonagem	1 day	19/07/24	22/07/24	3	Encarregado[30%];Gruista[20%	100%	1 781,60 €
✓	Descofragem	1 day	22/07/24	23/07/24	4	Carpinteiro Cofragem;Servente	100%	400,00 €

Figura 39- Atribuição dos recursos às tarefas

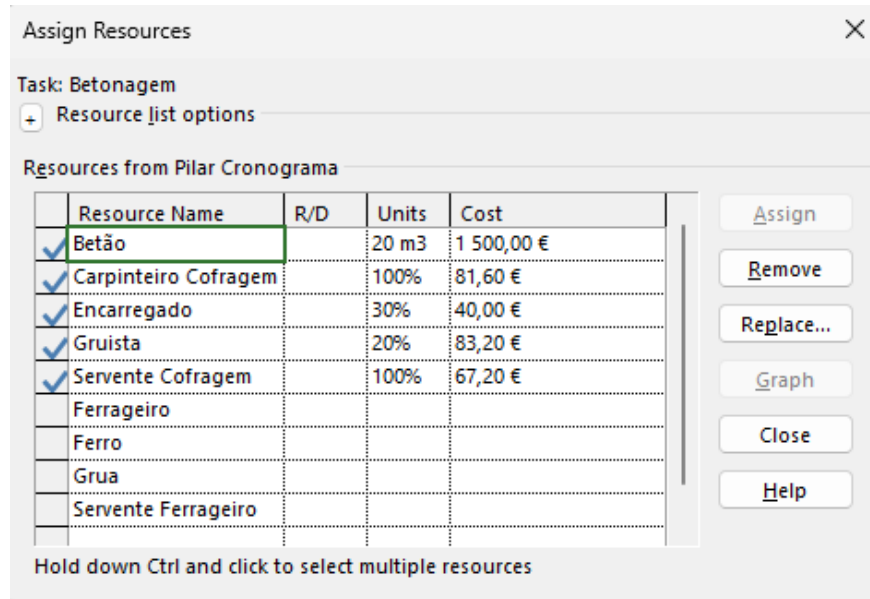
O programa, permite ainda, perceber como a alteração das datas de término de determinadas tarefas influencia diretamente os custos associados ao projeto. Por exemplo, se a preparação da armadura sofrer um atraso de dois dias, isso implicará automaticamente custos adicionais, como se pode verificar na Figura 40. Esta figura ilustra o impacto financeiro do atraso, evidenciando um aumento dos custos em comparação com a estimativa original apresentada na Figura 21. Este exemplo sublinha a importância de um planeamento rigoroso e do acompanhamento contínuo das atividades, dado que qualquer desvio no cronograma pode ter repercussões significativas no orçamento total do projeto.

Preparação da Armadura	3 days	17/07/24	19/07/24		Ferrageiro; Servente Ferrageiro;Encarregado	1 160,80 €
Cofragem	1 day	22/07/24	22/07/24	2	Carpinteiro Cofragem;Servente	264,00 €
Betonagem	1 day	23/07/24	23/07/24	3	Encarregado[30%];Gruista[20%	1 858,40 €
Descofragem	1 day	24/07/24	25/07/24	4	Carpinteiro Cofragem;Servente	400,00 €

Figura 40 - Alteração dos custos com atrasos

O software Microsoft Project, permite ainda especificar a afetação que cada recurso é dedicado a uma determinada tarefa. Por exemplo, na tarefa de betonagem, como é possível verificar na Figura 41, o recurso “Gruista” ainda que necessário para tarefa, apenas 20% do seu horário laboral é requisitado. Esta capacidade de atribuição detalhada facilita o planeamento eficiente da mão de obra, assegurando que os recursos sejam utilizados sem subutilização ou sobrecarga.

Adicionalmente, o Microsoft Project também permite a gestão detalhada dos materiais necessários para cada tarefa. Ainda analisando a mesma tarefa, é possível inserir a quantidade de betão necessária, e, tendo já sido definido previamente o preço unitário por metro cúbico, o programa calcula automaticamente o impacto do custo dos materiais associados à tarefa.



Assign Resources

Task: Betonagem

+ Resource list options

Resources from Pilar Cronograma

	Resource Name	R/D	Units	Cost
☒	Betão		20 m3	1 500,00 €
☒	Carpinteiro Cofragem		100%	81,60 €
☒	Encarregado		30%	40,00 €
☒	Gruista		20%	83,20 €
☒	Servente Cofragem		100%	67,20 €
☐	Ferrageiro			
☐	Ferro			
☐	Grua			
☐	Servente Ferrageiro			

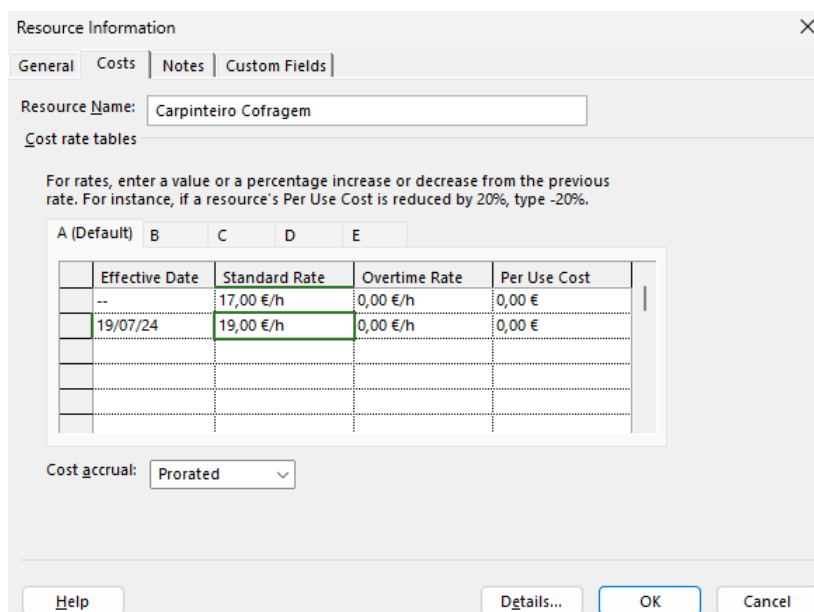
Hold down Ctrl and click to select multiple resources

Buttons: Assign, Remove, Replace..., Graph, Close, Help

Figura 41 - Recursos de uma tarefa

Outra funcionalidade particularmente útil do Microsoft Project é a capacidade de ajustar os custos dos recursos a partir de uma data específica. Este mecanismo reflete a realidade dos mercados, onde as flutuações de preços são uma constante e, consequentemente, o custo de um recurso pode variar significativamente ao longo do tempo. Considerando a natureza prolongada de muitos projetos de construção, é imprescindível que o software de gestão de projetos possa acomodar estas variações de custos de forma dinâmica.

No contexto de uma obra, por exemplo, o preço dos materiais como o aço ou o betão, ou até mesmo o custo da mão de obra pode sofrer alterações. A habilidade de redefinir o preço de um recurso durante a execução do projeto é crucial para manter o orçamento alinhado com a realidade. Assim, na Figura 42, foi demonstrado que é possível a atualização dos custos dos recursos numa data específica, o Microsoft Project oferece aos gestores de projeto a flexibilidade necessária para ajustar o planeamento financeiro em resposta às mudanças nos custos dos materiais ou da mão-de-obra.



Resource Information

General Costs Notes Custom Fields

Resource Name: Carpinteiro Cofragem

Cost rate tables

For rates, enter a value or a percentage increase or decrease from the previous rate. For instance, if a resource's Per Use Cost is reduced by 20%, type -20%.

A (Default)	B	C	D	E
	Effective Date	Standard Rate	Overtime Rate	Per Use Cost
	--	17,00 €/h	0,00 €/h	0,00 €
	19/07/24	19,00 €/h	0,00 €/h	0,00 €

Cost accrual: Prorated

Buttons: Help, Details..., OK, Cancel

Figura 42 - Alteração do custo dos recursos

(Versão final)

Ainda no domínio do controlo de custos, a empresa acolhedora, adotava como regra a utilização do software CCS Candy para a gestão de custos dos seus projetos. No entanto, para otimizar a gestão de projetos, a integração dos dados de custos do CCS Candy com o Microsoft Project torna-se essencial. O processo de importação de dados do CCS Candy para o Microsoft Project envolve vários passos metodológicos. Primeiro, é necessário exportar os dados do CCS Candy num formato compatível, como um ficheiro CSV ou XML.

Analisemos a situação que exportamos para um ficheiro XML, uma vez que dispomos dos dados no Excel, é possível estabelecer vínculos entre o Excel e o Microsoft Project, conforme ilustrado na Figura 43. Este processo de integração permite que as informações sejam partilhadas e sincronizadas entre as duas aplicações. Assim, ao alterar os valores no Excel, as atualizações são refletidas automaticamente no programa de planeamento, garantindo a consistência e a atualidade dos dados em ambos os sistemas.

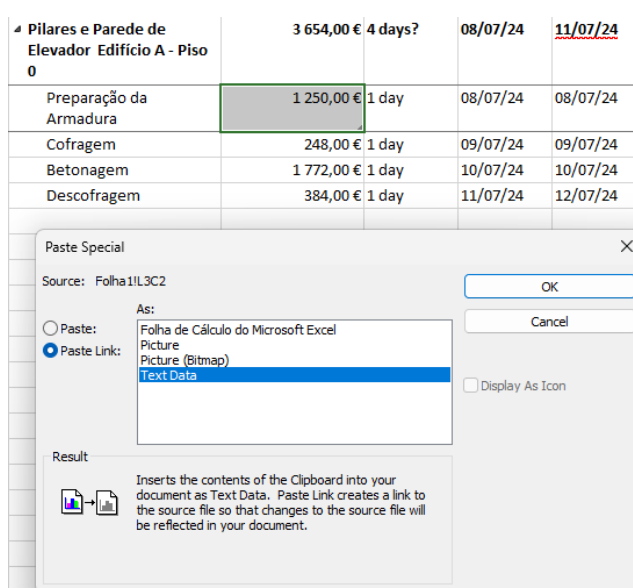


Figura 43- Vínculo entre o Excel e o Microsoft Project

5.2.4 PLANEAMENTO PROBABILÍSTICO MICROSOFT PROJECT

O Microsoft Project permite incluir fórmulas específicas que permitem calcular as durações esperadas das tarefas com base em três estimativas fundamentais: a duração otimista, a duração mais provável e a duração pessimista. Estas estimativas são fornecidas pelo utilizador e refletem diferentes cenários possíveis para a conclusão de uma tarefa, desde o melhor cenário possível até ao pior cenário, passando pelo cenário mais realista e consequentemente calculado, a duração esperada. Para exemplificar a aplicação prática desta funcionalidade, considerou-se os dados que, foram adquiridos através da análise do planeamento fornecido pela empresa acolhedora apresentados no plano de trabalho para o concurso de obra.

No Microsoft Project, estes dados são introduzidos nas respetivas colunas, permitindo ao software calcular automaticamente a duração esperada de cada tarefa utilizando a fórmula PERT. Esta fórmula, tal como foi apresentada no capítulo 2, consiste no quociente da soma da duração otimista, da duração pessimista e do quádruplo da duração mais provável por 6, tal como é possível verificar na Figura 44.

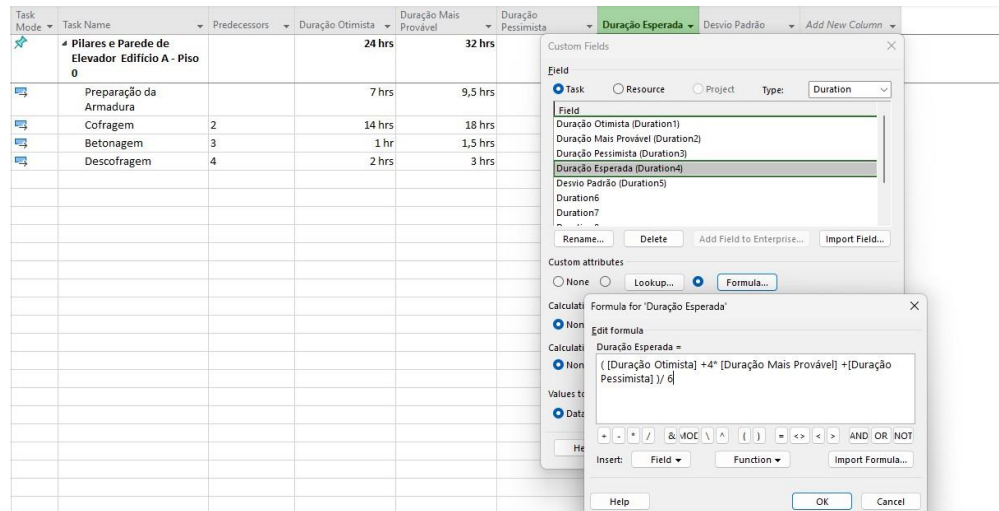


Figura 44- Introdução da fórmula e cálculo da duração esperada de uma tarefa

Consideremos agora as seguintes durações, da Figura 45, para a realização da tarefa dos pilares e parede de elevador.

Task Name	Predecessors	Duração Otimista	Duração Mais Provável	Duração Pessimista	Duração Esperada	Desvio Padrão
Pilares e Parede de Elevador Edifício A - Piso 0		3 days	4 days	5,75 days	4,13 days	0,46 days
Preparação da Armadura		0,87 days	1,2 days	2 days	1,28 days	0,19 days
Cofragem	2	1,75 days	2,25 days	3 days	2,29 days	0,21 days
Betonagem	3	0,13 days	0,2 days	0,3 days	0,2 days	0,03 days
Descofragem	4	0,25 days	0,35 days	0,45 days	0,35 days	0,03 days

Figura 45 - Durações esperadas para uma tarefa

Por exemplo, ao considerar um cenário em que a cofragem ou a preparação da armadura enfrentam atrasos devido a condições meteorológicas adversas, problemas de fornecimento de materiais ou falhas no equipamento, o Microsoft Project permite aos gestores de projeto simular imediatamente o impacto desses atrasos na duração esperada das tarefas, como é possível verificar na Figura 46.

Task Name	Predecessors	Duração Otimista	Duração Mais Provável	Duração Pessimista	Duração Esperada	Desvio Padrão
Pilares e Parede de Elevador Edifício A - Piso 0		3 days	4 days	7,75 days	4,46 days	0,79 days
Preparação da Armadura		0,87 days	1,2 days	3 days	1,45 days	0,35 days
Cofragem	2	1,75 days	2,25 days	4 days	2,46 days	0,38 days
Betonagem	3	0,13 days	0,2 days	0,3 days	0,2 days	0,03 days
Descofragem	4	0,25 days	0,35 days	0,45 days	0,35 days	0,03 days

Figura 46- Durações esperadas numa simulação de um cenário pessimista
(Versão final)

É, portanto, possível verificar que aumentando um dia na preparação da armadura e na cofragem os valores esperados para a duração da tarefa são automaticamente alterados. Esta funcionalidade é de extrema importância, pois permite ajustar o cronograma do projeto de forma dinâmica e proativa. Quando uma tarefa crítica, como a cofragem ou a preparação da armadura, se atrasa, o software atualiza automaticamente a duração total do projeto e recalcula os prazos das tarefas subsequentes. Esta capacidade de análise e previsão detalhada proporciona uma visão clara das possíveis implicações de atrasos imprevistos, permitindo aos gestores de projeto tomar decisões informadas e implementar medidas corretivas rapidamente.

Outro parâmetro fundamental a ser calculado é o desvio padrão, dado que este é uma medida estatística da variabilidade ou dispersão de um conjunto de dados, essencial para compreender a incerteza associada às estimativas de duração das tarefas. Calcular o desvio padrão permite aos gestores de projeto avaliar a consistência das estimativas fornecidas e identificar potenciais riscos associados a variações significativas nas durações das tarefas. Por exemplo, uma tarefa com um desvio padrão elevado indica que há uma grande variabilidade nas estimativas de duração, o que sugere uma maior incerteza e, consequentemente, um maior risco de atrasos. Por outro lado, um desvio padrão baixo indica que as estimativas são mais consistentes, reduzindo a incerteza associada a essa tarefa específica.

Ao utilizar a técnica PERT, o desvio padrão das estimativas de duração das tarefas pode ser calculado utilizando para determinar a probabilidade de concluir o projeto dentro de um prazo específico. Tal como no cálculo da duração esperada das tarefas, o Microsoft Project, permite incluir a fórmula que calcula automaticamente o desvio padrão, como se verifica na Figura 47, sendo a fórmula o quociente da diferença da duração pessimista com a duração otimista por 6.

The screenshot displays the Microsoft Project interface with a task list. The task list includes columns for Task Name, Predecessors, Duration Optimista, Duration Mais Provável, Duration Pessimista, Duração Esperada, and Desvio Padrão. The tasks listed are:

Task Name	Predecessors	Duração Otimista	Duração Mais Provável	Duração Pessimista	Duração Esperada	Desvio Padrão
Pilares e Parede de Elevador Edifício A - Piso 0		24 hrs	32 hrs	48 hrs	0 hrs	0 days
Preparação da Armadura		7 hrs	9,5 hrs			
Cofragem	2	14 hrs	18 hrs			
Betonagem	3	1 hr	1,5 hrs			
Descofragem	4	2 hrs	3 hrs			

The Custom Fields dialog box is open, showing the 'Field' list with 'Desvio Padrão (Duration5)' selected. The 'Formula for "Desvio Padrão"' dialog box is also open, showing the formula:

$$\text{Desvio Padrão} = ([\text{Duração Pessimista}] - [\text{Duração Otimista}]) / 6$$

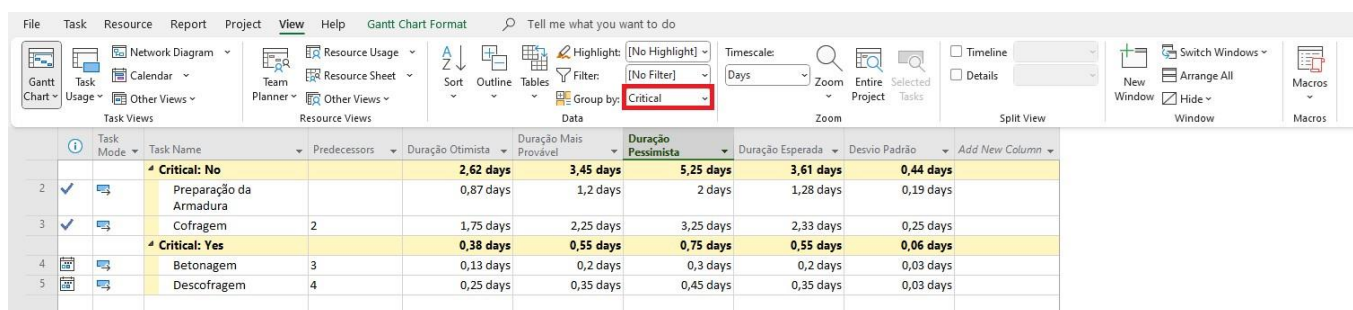
Figura 47- Introdução da fórmula e cálculo do desvio padrão

(Versão final)

O Microsoft Project utiliza o método do caminho crítico (CPM - Critical Path Method) para identificar as atividades críticas no cronograma do projeto. As atividades críticas são aquelas que, se sofrerem qualquer atraso, têm impacto direto na data de conclusão do projeto. Portanto, monitorizar e gerir estas atividades é essencial para garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo previsto.

O Microsoft Project permite o acompanhamento do progresso destas atividades em tempo real. Esta funcionalidade é suportada pela possibilidade de introduzir dados reais de execução, como a percentagem de conclusão das tarefas, o que permite uma comparação contínua entre o planeado e o realizado. Esta comparação é crucial para identificar desvios no cronograma e tomar medidas corretivas de forma proativa.

O software também oferece a possibilidade de criar filtros personalizados que permitem aos utilizadores visualizar apenas as atividades críticas ou não críticas, conforme necessário, tal como foi demonstrado na Figura 48. Esta capacidade de filtragem é extremamente útil em reuniões para fazer o ponto de situação do projeto, onde pode ser necessário focar a discussão nas atividades que estão a causar atrasos ou que estão em risco de atrasar.



Task ID	Task Name	Predecessors	Duração Otimista	Duração Mais Provável	Duração Pessimista	Duração Esperada	Desvio Padrão
2	Preparação da Armadura		0,87 days	1,2 days	2 days	1,28 days	0,19 days
3	Cofragem	2	1,75 days	2,25 days	3,25 days	2,33 days	0,25 days
4	Betonagem	3	0,13 days	0,2 days	0,3 days	0,2 days	0,03 days
5	Descofragem	4	0,25 days	0,35 days	0,45 days	0,35 days	0,03 days

Figura 48 - Filtro atividades no Microsoft Project

Para as atividades não críticas, o Microsoft Project permite avaliar as margens de folga, ou seja, o tempo que uma atividade pode atrasar sem impactar a data final do projeto. Esta análise é fundamental para a gestão eficiente dos recursos do projeto, permitindo aos gestores redistribuir recursos de atividades com folga para atividades críticas, assegurando assim que o projeto progride conforme o planeado.

5.2.5 CRONOGRAMA E RELATÓRIOS NO MICROSOFT PROJECT

A utilização do diagrama de Gantt é um elemento central na gestão de projetos, fornecendo uma visualização clara da programação das diversas tarefas e dos seus respetivos prazos. Esta ferramenta é particularmente valiosa quando se analisam múltiplas tarefas com timings sobrepostos, uma vez que facilita a identificação dos caminhos críticos e das dependências entre tarefas. Este simplifica a compreensão do fluxo de trabalho e das prioridades dentro do projeto e reajustar recursos ou timings conforme necessário para manter o projeto dentro do cronograma estabelecido e assegurar a sua conclusão eficiente e atempada. A Figura 49 é a representação referente somente à tarefa dos pilares e parede de elevador do piso 0, bloco A.

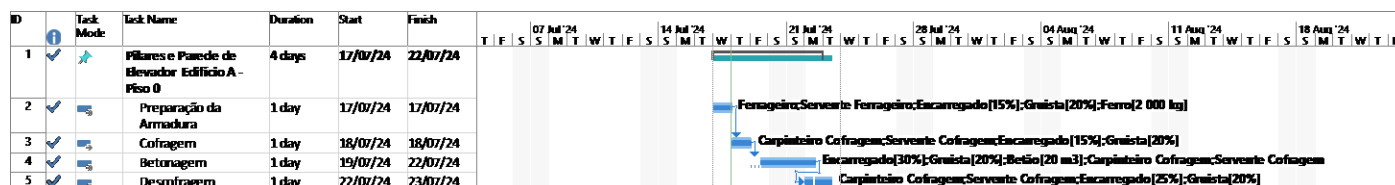


Figura 49 - Diagrama de Gantt de uma tarefa
(Versão final)

Utilizando uma linha de base, onde definimos a data a ser analisado, o Microsoft Project, permite uma representação visual, como se verifica na Figura 50 que nos ajuda a perceber o balizamento das tarefas. Esta representação é importante para a monitorização, de acordo com o planeamento previsto, para entendermos se as atividades estão a decorrer dentro da duração prevista ou se estão atrasadas. Ao comparar o progresso real com a linha de base, podemos identificar rapidamente desvios e tomar medidas corretivas para mitigar a situação e assegurar que o projeto se mantém dentro do cronograma.

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	% Complete	Cost	Duration Real	Inicio Real	em Real	
1	Pilares e Parede de Elevador Edifício A - Piso 0	4 days	08/07/24	11/07/24			55%	3 324,40 €	7 days	08/07/24	16/07/24	
2	Preparação da Armadura	1 day	08/07/24	09/07/24		Ferreiro Ito;Servente Ferrageiro Ito	100%	920,40 €	3 days	08/07/24	10/07/24	
3	Cofragem	1 day	09/07/24	09/07/24	2	Carpinteiro Ito;Cofragem; Servent	100%	248,00 €	2 days	11/07/24	12/07/24	
4	Betonagem	1 day	10/07/24	10/07/24	3	Encarregado [30%];Gruistas [20%]	20%	1 772,00 €	1 day	15/07/24	15/07/24	
5	Descofragem	1 day	11/07/24	12/07/24	4	Carpinteiro Ito;Cofragem; Servent	0%	384,00 €	1 day	16/07/24	16/07/24	

Figura 50 - Linha de base e balizamento

Quanto aos relatórios, o Microsoft Project oferece uma gama ampla que são essenciais para a gestão e monitorização de projetos em diversos aspetos. Entre eles estão os relatórios de visão geral do projeto, que fornecem um resumo abrangente, incluindo o status geral, principais pontos-chave e um panorama dos custos. Adicionalmente, o software dispõe de relatórios de custos detalhados que ajudam na manutenção do controle financeiro através de comparações entre o orçamento previsto e os gastos reais, além de análises de variação de custos. Este programa, fornece ainda relatórios de atribuição de recursos, que indicam como os recursos estão a ser utilizados, bem como relatórios que demonstram as tarefas críticas como é possível verificar na Figura 51.

Os relatórios de progresso do projeto, tal como a Figura 52, são fundamentais para acompanhar o avanço das tarefas em relação ao planeado, oferecendo insights sobre quais tarefas estão atrasadas ou adiantadas. Existem também relatórios de trabalho que focam na quantidade de trabalho realizado em comparação com o planeado, cruciais para a gestão de tempo e para prever a aderência aos prazos do projeto.

Para a gestão financeira, os relatórios de distribuição de custos, como se verifica na Figura 53, mostram o impacto dos recursos ao longo do projeto. Além disso, o Microsoft Project permite a criação de relatórios personalizados para atender necessidades específicas, oferecendo flexibilidade para a análise profunda de eficiência e produtividade através dos relatórios de uso de tarefas e recursos. Essa capacidade de personalização e a diversidade de relatórios disponíveis são fundamentais para uma gestão eficaz e detalhada de projetos de qualquer escala.

CRITICAL TASKS



Figura 51 - Exemplo de relatório, tarefas críticas

(Versão final)

PROJECT OVERVIEW

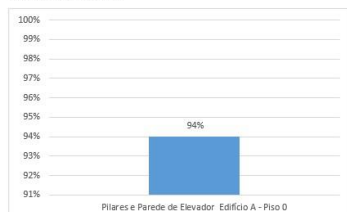
17/07/24 - 23/07/24

% COMPLETE
94%

MILESTONES DUE
Milestones that are coming soon.

Use the Table Data taskpane to build a table

% COMPLETE
Status for all top-level tasks. To see the status for subtasks, click on the chart and update the outline level in the Field List.



LATE TASKS
Tasks that are past due.

Name	Start	Finish	Duration	% Complete	Resource Names
------	-------	--------	----------	------------	----------------

COST DISTRIBUTION

How costs are spread out amongst different resource types.

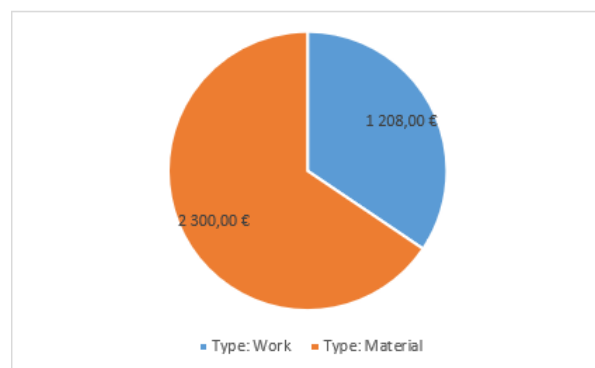


Figura 52 - Exemplo de relatório, progresso do projeto

Figura 53 - Exemplo de relatório, distribuição de custos

6

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a conclusão deste projeto, pode-se afirmar que a escolha do MS Project como ferramenta de planeamento revelou-se extremamente competente e eficaz para as necessidades do nosso projeto, no entanto, como qualquer outro programa tem as suas limitações. Antes de se obter a licença do MS Project, tentou-se desenvolver o projeto utilizando o Microsoft Project, especificamente a subscrição mensal do Plano 3, como mencionado no capítulo 2. No entanto, esta versão demonstrou-se incapaz de responder às exigências, uma vez que permitia apenas a criação de 600 dependências entre tarefas. Este limite revelou-se insuficiente para a complexidade e a escala do projeto que estava a ser analisado, que requer um número significativamente maior de interdependências para um planeamento preciso e detalhado. Ao migrarmos para a versão completa do MS Project, esta oferece uma capacidade ampliada para a criação de dependências, sem as restrições do Plano 3, permitindo o mapeamento com precisão de todas as interdependências complexas do projeto.

Ao longo deste projeto de dissertação, foi desenvolvido um plano de trabalhos, incluindo as tarefas, duração e precedências, abrangendo desde a preparação do terreno até a betonagem dos blocos estruturais. Através da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos e da utilização do software Microsoft Project, foi possível alcançar uma compreensão aprofundada das dinâmicas e desafios associados à gestão de projetos de construção.

O trabalho iniciou-se com a elaboração de um ficheiro de MS Project, cuidadosamente preparado com base nas informações fornecidas pela empresa acolhedora. Este ficheiro revelou-se uma ferramenta indispensável na organização e sequenciação das diversas etapas do projeto, permitindo uma visualização clara do progresso das atividades e a antecipação de necessidades de ajustes.

Após ter sido estabelecido o plano de trabalho, focamo-nos numa tarefa em específico, onde foi possível perceber que a implementação de um calendário detalhado no contexto de um projeto de construção civil, especialmente quando facilitada por ferramentas como o MS Project, revela-se crucial para a gestão eficaz e eficiente do projeto. Este tipo de planeamento não só ajuda a organizar e sequenciar as tarefas, mas também é fundamental para alinhar as atividades com as realidades específicas do ambiente de trabalho. Com um calendário bem estruturado, é possível identificar os períodos críticos do projeto, programar as atividades de acordo com a disponibilidade de recursos e prever potenciais conflitos de agendamento, contribuindo significativamente para a mitigação de riscos e a otimização da alocação de recursos.

No MS Project, a funcionalidade que permite a associação de recursos específicos às tarefas é particularmente valiosa. Cada recurso — humano, material ou equipamento — pode ser definido não apenas pelo tipo, mas também por atributos cruciais como o custo unitário. Esta característica do software proporciona uma visão detalhada e quantificada dos custos associados a cada tarefa individualmente. Por exemplo, ao designar um operador de máquina para uma tarefa de escavação, o MS Project permite especificar o custo horário do operador e as horas necessárias para a conclusão da tarefa. O software calcula automaticamente o custo total da mão de obra do operador para aquela tarefa específica, integrando-o ao orçamento geral do projeto. Esta automatização na atribuição e no cálculo dos custos não só facilita a gestão financeira do projeto, como também assegura maior precisão nas estimativas de custo, evitando surpresas orçamentárias e permitindo ajustes proativos no planeamento.

Além disso, a otimização da alocação de recursos é um aspeto crucial na gestão de projetos de construção civil, particularmente em um contexto real de obra. A eficiência com que os recursos são alocados tem um impacto direto sobre a produtividade, os custos e os prazos do projeto. Num ambiente de obra dinâmico e frequentemente imprevisível, gerir recursos de maneira eficaz é essencial para garantir que todas as tarefas sejam concluídas dentro do cronograma estabelecido e dentro do orçamento previsto. Uma alocação de recursos otimizada permite que os gestores de projeto minimizem o tempo de inatividade, reduzam o desperdício de materiais e maximizem o uso da mão de obra e do equipamento disponíveis. Ao utilizar o MS Project para gerir esses recursos, os gestores podem ajustar as alocações em tempo real, respondendo a mudanças nas condições de trabalho ou a imprevistos que podem surgir durante a execução do projeto.

Adicionalmente, a funcionalidade de planeamento probabilístico do MS Project demonstrou ser de extrema utilidade. A aplicação da técnica PERT para calcular as durações esperadas das tarefas ofereceu uma visão mais realista das timelines do projeto, incorporando diferentes cenários de execução. Esta abordagem permitiu uma melhor gestão das expectativas e uma resposta mais eficaz a imprevistos, resultando numa maior precisão no cumprimento dos prazos estabelecidos.

O acompanhamento e a análise contínua do progresso das tarefas, com base nos dados reais de execução, possibilitaram uma avaliação precisa do avanço do projeto. A capacidade de ajustar o planeamento em tempo real, em resposta às variações no campo, destacou-se como um diferencial na gestão eficaz do projeto. Esta dinâmica assegurou não apenas o cumprimento dos prazos, mas também a otimização dos recursos e a minimização dos custos.

No que concerne, os relatórios gerados pelo Microsoft Project desempenham um papel crucial em todas as fases do projeto. Estes relatórios, detalhados e abrangentes, fornecem informações valiosas sobre o estado do projeto, as variações de custos e a utilização de recursos, facilitando a tomada de decisões informadas e a comunicação efetiva com todas as partes interessadas envolvidas.

Em suma, o uso integrado de ferramentas de gestão de projetos e técnicas de planeamento avançadas demonstrou ser fundamental para a condução bem-sucedida deste projeto de construção. As lições aprendidas e as competências desenvolvidas ao longo desta dissertação reforçam a importância de uma abordagem sistemática e adaptativa na gestão de projetos de engenharia civil, contribuindo significativamente para a formação de um gestor de projetos competente e preparado para enfrentar os desafios do setor. Este trabalho não apenas cumpriu os objetivos académicos estabelecidos, como também proporcionou uma experiência valiosa na aplicação prática de conhecimentos teóricos, essencial para o desenvolvimento profissional contínuo.

No entanto, o programa estudado apresenta deficiências significativas no controlo de custos, em comparação a outros programas existentes no mercado, sendo que o controlo de custos é uma

componente crítica na gestão de projetos, especialmente em empreendimentos de grande escala, onde a precisão financeira é vital para o sucesso do projeto.

Ainda assim, o MS Project mostrou-se uma escolha acertada para o projeto, fornecendo as ferramentas e funcionalidades necessárias para um planeamento detalhado. A experiência com o Plano 3 destacou as limitações que poderiam ter comprometido o sucesso do projeto, mas a transição para a versão completado MS Project permitiu-nos superar esses desafios e garantir que o nosso planeamento é não só exequível, mas também robusto e adaptável às necessidades do projeto. Este exemplo reforça a importância de escolher a ferramenta de gestão de projetos adequada e que esta esteja alinhada com a escala e complexidade do empreendimento em questão.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

- **Desenvolvimento de Padrões de Interoperabilidade:** Criar padrões que permitam que diferentes plataformas e softwares se comuniquem eficazmente.
- **Monitorização de Riscos em Tempo Real:** Desenvolver sistemas que utilizem big data e IA para identificar e mitigar riscos durante a execução da obra.
- **Plataformas Colaborativas:** Ampliar o uso de plataformas que permitem colaboração em tempo real entre equipas multidisciplinares, incluindo ferramentas de comunicação e gestão de documentos.
- **Estudos de Caso e Pesquisa Aplicada:** Conduzir estudos de caso detalhados e pesquisa aplicada para avaliar os impactos reais das plataformas digitais em projetos específicos.
- **Parcerias Académicas e Industriais:** Fomentar parcerias entre universidades, instituições de pesquisa e empresas para promover o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias no setor da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk. (2024). Autodesk BIM Collaborate Pricing. *Autodesk Construction Cloud*. Disponível em <https://construction.autodesk.eu/pricing/autodesk-bim-collaborate/>
- Avlijaš, G. (2019). Examining the value of Monte Carlo simulation for project time management. *Management*, 24, 11-23.
https://www.researchgate.net/publication/323611242_Examining_the_Value_of_Monte_Carlo_Simulation_for_Project_Time_Management
- Barbosa, M. A. R. (2021). Controlo de custos numa obra utilizando o software CCS Candy (Dissertação de Mestrado). Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia (FEUP)
<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/132541/2/446819.pdf>
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—A case study approach. *Automation in Construction*, 24, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- Belu, N., Anghel, D.-C., & Ilie, S. (2010). Project management using Primavera for Enterprise System. *ANNALS of the ORADEA UNIVERSITY. Fascicle of Management and Technological Engineering*, XIX(IX), 2010/1. <https://doi.org/10.15660/AUOFMTE.2010-1.1804>
- Bynum, P., Issa, R. R., & Olbina, S. (2013). Building Information Modeling in support of sustainable design and construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 24-34.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000560](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000560)
- CCS. (2023). CCS Candy. Recuperado de <https://www.timelink.pt/candy>
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2006). Operations management for competitive advantage (11th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Cunha, B. L. G. da. (2022). Digitalização no controlo da qualidade em obra [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/144833>
- CYPE Ingenieros S.A. (2024). Software for Architecture, Engineering and Construction. CYPE Ingenieros S.A. Recuperado de <http://cype.com/>
- CYPE. (2024). CYPE. Recuperado de <https://info.cype.com/pt/>

- Faria, J. A. (2013/2014). Planeamento de obra. Gestão de Obras e Segurança. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).
- Feiler, A. M. (1972). Project risk management. *Project Management Journal*, 3(2), 17-24.
- Francom, T., & El Asmar, M. (2013, julho). Assessing the impact of building information modeling on construction project performance. Em *The Creative Construction Conference*, Budapeste, Hungria.
- GetApp. (2024). Candy software. Recuperado de <https://www.getapp.com/construction-software/a/candy/>
- Hamada, M. A. (2023). Investigate the efficiency of project management software in construction projects. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*, 22, 247-257. <https://doi.org/10.55549/epstem.1350951>
- Hermoso-Orzáez, M. J., Camacho Sánchez, J., Estepa-Cantero, C., & Terrados, J. (2021). Implementation of the BIM manager figure with CYPE's tool BIM server center in the design, modeling, direction and project management - Universidad de Jaén. *EDULEARN21 Proceedings*, 2337-2347.
- Huang, E., & Chen, S.-J. (2006). Estimation of project completion time and factors analysis for concurrent engineering project management: A simulation approach. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 14(4), 329-341. <https://doi.org/10.1177/1063293X06072482>
- Jacobson, K. A., & Kinser, A. (2017). *Your office: Getting started with project management using Microsoft® Project 2016* (2ª ed.). Pearson Education
- Joslin, R., & Müller, R. (2016). The relationship between project governance and project success. *International Journal of Project Management*, 34(4), 613-626. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.008>
- Kasim, N., Anumba, C., & Dainty, A. (2005). Improving materials management practices on fast-track construction projects. *Proceedings of the Association of Researchers in Construction Management*, 7, 793-802
- Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13ª ed.). John Wiley & Sons.
- Krazer, E. B., & Williams, D. L. (2012). *Oracle Primavera P6 version 8: Project and portfolio management*. Packt Publishing Limited.
- Levy, F. K., Thompson, G. L., & Wiest, J. D. (1963). *The ABCs of the critical path method*. Harvard Business

Review, September/October, 1-10.

- Lewis, J. P. (2005). Project planning, scheduling, and control: The ultimate hands-on guide to bringing projects in on time and on budget (5^a ed.). McGraw-Hill
- Liu, M. (2013). Program evaluation and review technique (PERT) in construction risk analysis. *Applied Mechanics and Materials*, 357-360, 2334-2337.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.357-360.2334>
- Marchewka, J. T. (2015). Information technology project management: Providing measurable organizational value (5^a ed.). John Wiley & Sons
- Maylor, H. (2001). Beyond the Gantt chart: Project management moving on. *European Management Journal*, 19(1), 92-100
- Meira Silva, N. (2022, janeiro 27). Conectando os pontos: a importância do diagrama de redes [Post no LinkedIn]. LinkedIn. Recuperado de <https://pt.linkedin.com/pulse/conectando-os-pontos-import%C3%A2ncia-do-diagrama-de-redes-de-meira-silva>
- Microsoft Corporation. (2024a). Create a new project. Recuperado de <https://support.microsoft.com/pt-pt/office/criar-um-projeto-nas-vistas-de-grelha-e-de-linha-cronol%C3%B3gica-b01443f4-0e85-4952-b1f2-f4b55e4a90be>
- Microsoft Corporation. (2024b). Change working days and times. Recuperado de <https://support.microsoft.com/en-us/office/set-the-general-working-days-and-times-for-a-project-c4587751-2b88-449d-87e5-d3312d16771d>
- Microsoft. (2024). Microsoft Project. Recuperado de <https://www.microsoft.com/pt-pt/microsoft-365/project/project-management-software>
- Mordue, S., Swaddle, P., & Philp, D. (2016). Building Information Modeling for Dummies. John Wiley & Sons.
- Moreira, P. M. (2011). Modelo de simulação para análise de layouts de armazéns: aplicação ao setor alimentar. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal.
Recuperado de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61728/1/000149172.pdf>
- Morim, H. M. A. M. (2022). Planeamento de obras com CCS Candy [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal].
<https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/102097>

- Narlawar, G. S., Chaphalkar, N. B., & Sandbhor, S. (2019). Application of Primavera software in management of construction project: A review. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(8), 324-335
- Nguyen, T. A., Nguyen, T. A., & Tran, T. V. (2024). Building information modeling (BIM) for construction project schedule management: A review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(2), 13133-13142. <https://doi.org/10.48084/etasr.6834>
- Nguyen, V. T., Nguyen, Q. T., Vu, V. P., & Durdyev, S. (2021). Impact of BIM-related factors affecting construction project performance. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(3), 406-421. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-05-2021-0068>
- Nicholson, R. M. (1971). A critical look at PERT analysis. NASA Contractor Report, TR-154. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19710023019/downloads/19710023019.pdf>.
- Oke, A., Arowoia, V., & Akomolafe, O. (2020). Influence of the Internet of Things' application on construction project performance. *International Journal of Construction Management*. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1807731>
- Oracle. (2024). Recuperado de <https://www.oracle.com/>
- Palisade Corporation. (2024). @Risk User Guide. Recuperado de <https://www.palisade.com/risk>
- Pinto, J. A. N. (2013). Análise estocástica com recurso a ferramentas informáticas no planeamento de empreitadas de construção. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal. https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4716/1/DM_JosePinto_2013_MEC.pdf
- Pritchard, C. L. (2013). The project management communications toolkit (2ª ed.). Artech House.
- Procore Technologies. (2024). Construction Management Software. Recuperado de <https://www.procore.com/en-gb> (acessado em 20 de fevereiro de 2024).
- Project Management Institute. (2009). Practice standard for project risk management (1ª ed.). Project Management Institute
- Raghuwanshi, N., & Paliwal, M. C. (2021). Planning and scheduling construction projects using Primavera software: A case study. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 5(2). Recuperado de <https://www.ijtsrd.com>
- Ramachandran, K. K., & Karthick, K. (2019). Gantt chart: An important tool of management.

(Versão final)

https://www.researchgate.net/publication/358234055_Gantt_Chart_An_Important_Tool_of_Management

Sacks, R., Eastman, C. M., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers (3^a ed.).

John Wiley & Sons

Santos, B. L. C. (2022). Controlo económico e planeamento físico – Caso de estudo da obra do Bonjardim [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia].

Repositório Aberto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/142781/2/572105.pdf>

Silva, N. M. G. (2010). Análise de risco associada a prazos de execução de obras. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal. Recuperado de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61227/1/000148022.pdf>

Smith, J., & Williams, K. (2019). Implementing Primavera P6 for Construction Management. CRC Press.

Sousa, L. R. J. de. (2021). Digitalização da gestão e controlo da mão-de-obra em estaleiro. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/134806/2/482780.pdf>

Stelzer, D., & Mellis, W. (1998). Success factors of organizational change in software process improvement. Software Process: Improvement and Practice, 4(4), 227-250. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1670\(199812\)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1)

Subramani, T., & Ammai, A. (2018). Maturing construction management up the BIM model & scheduling using Primavera. International Journal of Engineering & Technology, 7(3.10), 1. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.10.15617>

Taha, H. A. (2003). Operations Research - An Introduction (7^a ed.). Prentice Hall.

Taveira, M. (2023). Construção 4.0 – Aplicação do Software Procore a um Caso de Estudo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal.

Tengan, C., Aigbavboa, C., & Thwala, W. (2021). Project management. Em Construction Project Monitoring and Evaluation (pp. 3-11). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003137979-1>

Timelink. (2024). Timelink <https://www.timelink.pt/>

(Versão final)

Vajjhala, N. R. (2012). Microsoft Project as a risk management tool. *International Journal of Risk and Contingency Management*, 1(2), 54-57

Wang, T., & Chen, H.-M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, 150, 104832.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>

Yakasai, B. (2023). Impact of project management software on construction projects.

https://www.researchgate.net/publication/371566934_Impact_of_Project_Management_software_on_construction_projects.

ANEXOS

Anexo A:

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	% Complete	Resource Names
Edifício C	235 days	22/03/24	13/02/25		57%	
Preparação do terreno	33 days	22/03/24	07/05/24		100%	
Decapagem do terreno	5 days	22/03/24	28/03/24		100%	Equipa Limpeza Terreno
Escavação geral	23 days	14/01/25	13/02/25		100%	Equipa de Escavação
Escavação para fundação	5 days	02/05/24	08/05/24		100%	Equipa de Escavação
Betões	102 days	23/05/24	11/10/24		42%	
Betão simples tipo C16/20 de regularização	2 days	23/05/24	24/05/24		100%	
Total das situação referida	2 days	23/05/24	24/05/24	95	100%	Equipa Fundações
Betão Armado C25/30, A500 NR, incluindo armadura, aditivo hidrófugo, impermeabilização, cofragem e descofragem	100 days	27/05/24	11/10/24		41%	
Sapatas isoladas e contínuas	7 days	27/05/24	04/06/24		100%	Equipa Fundações
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	27/05/24	04/06/24	98	100%	
Colocado em lintéis de fundação	7 days	27/05/24	04/06/24		100%	Equipa Fundações
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	27/05/24	04/06/24	98	100%	
Muros de suporte	2 days	03/06/24	04/06/24		100%	Equipa Fundações
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	03/06/24	04/06/24	101FS-2 days	100%	
Pilares e Paredes Piso -1	2 days	05/06/24	06/06/24		100%	Equipa Pilares
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	05/06/24	06/06/24	101	100%	
Pavimento Térreo Piso -1	4 days	07/06/24	12/06/24		100%	Equipa Pavimento
Execução do pavimento térreo	4 days	07/06/24	12/06/24	104;106	100%	
Lajes e Vigas Piso 0	7 days	07/06/24	17/06/24		100%	Equipa Lajes
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	07/06/24	17/06/24	104;106	100%	
Lajes de escadas entre o Piso -1 e Piso 0	7 days	18/06/24	26/06/24		100%	Equipa Laje das Escadas
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	18/06/24	26/06/24	110	100%	

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	% Complete	Resource Names
▸ Lajes de escadas entre o Piso -1 e Piso 0	7 days	18/06/24	26/06/24		100%	Equipa Laje das Escadas
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	18/06/24	26/06/24	110	100%	
▸ Pilares e Paredes Piso 0	2 days	13/06/24	14/06/24		100%	Equipa Pilares
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	13/06/24	14/06/24	287	100%	
▸ Lajes e Vigas Piso 1	7 days	08/07/24	16/07/24	291	0%	Equipa Lajes
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	08/07/24	16/07/24	291	0%	
▸ Lajes de escadas entre o Piso 0 e Piso 1	7 days	17/07/24	25/07/24	293	0%	Equipa Laje das Escadas
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	17/07/24	25/07/24	293	0%	
▸ Pilares e Paredes Piso 1	2 days	21/06/24	24/06/24		0%	Equipa Pilares
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	21/06/24	24/06/24	295	0%	
▸ Lajes e Vigas Piso 2	7 days	06/08/24	14/08/24	297	0%	Equipa Lajes
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	06/08/24	14/08/24	297	0%	
▸ Lajes de escadas entre o Piso 1 e Piso 2	7 days	15/08/24	23/08/24	299	0%	Equipa Laje das Escadas
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	15/08/24	23/08/24	299	0%	
▸ Pilares e Paredes Piso 2	2 days	01/07/24	02/07/24		0%	Equipa Pilares
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	01/07/24	02/07/24	301	0%	
▸ Lajes e Vigas Piso 3	7 days	04/09/24	12/09/24	303	0%	Equipa Lajes
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	04/09/24	12/09/24	303	0%	
▸ Lajes de escadas entre o Piso 2 e Piso 3	7 days	13/09/24	23/09/24	305	0%	Equipa Laje das Escadas
Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	13/09/24	23/09/24	305	0%	

▸	▸ Lajes e Vigas Piso 3	7 days	04/09/24	12/09/24	303	0%	Equipa Lajes
▸	Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	04/09/24	12/09/24	303	0%	
▸	▸ Lajes de escadas entre o Piso 2 e Piso 3	7 days	13/09/24	23/09/24	305	0%	Equipa Laje das Escadas
▸	Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	13/09/24	23/09/24	305	0%	
▸	▸ Pilares e Paredes Piso 3	2 days	24/09/24	25/09/24		0%	Equipa Pilares
▸	Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento para acabamento. Betão à vista nas faces visíveis	2 days	24/09/24	25/09/24	130	0%	
▸	▸ Lajes e Vigas Cobertura	7 days	03/10/24	11/10/24	309	0%	Equipa Lajes
▸	Total das situações referidas, incluindo cofragem e escoramento	7 days	03/10/24	11/10/24	309	0%	
▸	▸ Edifício D	235 days	22/03/24	13/02/25		31%	
▸	▸ Edifício E	235 days	22/03/24	13/02/25		31%	
▸	▸ Edifício F	235 days	22/03/24	13/02/25		39%	
▸	▸ Edifício G	235 days	22/03/24	13/02/25		39%	

(Versão final)