

Controlo de Custos e Prazos aplicando a Metodologia Earned Value Management (EVM)

CAROLINA SOBREIRO RIBEIRO

julho de 2024

CONTROLO DE CUSTOS E PRAZOS APLICANDO A METODOLOGIA *EARNED VALUE MANAGEMENT* (EVM)

Carolina Sobreiro Ribeiro

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil, Área de Especialização em
Gestão da Construção**

Orientador: Professor Doutor José Carlos Castro Pinto de Faria

Júri:

Presidente:

Professora Doutora Maria do Rosário Santos Oliveira, Professora Adjunta, ISEP

Vogais:

Professor Doutor José Carlos Castro Pinto de Faria, Professor Adjunto, ISEP

Professor Doutor Manuel Luís Vila-Cova Tender, Professor Adjunto Convidado, ISEP

DEDICATÓRIA

Ao meu Pai, pela sabedoria, pela paixão e pelos valores que sempre me transmitiu.

“Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive.”

(REIS, Ricardo. Fernando Pessoa)

RESUMO

O sector da Construção Civil atravessa um período assinalado pela crescente complexidade dos Projetos, pela procura permanente das empresas por um espaço no mercado, pela satisfação das necessidades e exigências dos clientes e pela necessidade de produzir com maior eficiência e eficácia, sempre aliado ao fator inovação.

A Gestão de Projetos é uma metodologia de auxílio a estas necessidades, passando pela definição, planeamento, monitorização e controlo dos Projetos, por forma a que os objetivos propostos sejam atingidos. Neste sentido, o sucesso das organizações depende, cada vez mais, dos seus processos de gestão e controlo internos e da análise constante ao mercado em que estas se inserem, visto este ser cada vez mais competitivo e dinâmico.

A presente dissertação tem como principal objetivo a aplicação da metodologia *Earned Value Management* (EVM), a qual consiste num modelo de gestão que permite monitorizar o estado de um Projeto ao nível do controlo de custos e prazos, obtendo previsões sobre a evolução futura do mesmo. A aplicação da metodologia EVM, desenvolveu-se ao nível da atividade de betão armado de uma empreitada de construção de um empreendimento, proporcionando um acompanhamento de todos os trabalhos envolvidos na atividade de forma a analisar e avaliar os resultados obtidos, alcançando conclusões sobre o caso de estudo referente a essa empreitada.

O caso de estudo será desenvolvido na perspetiva do empreiteiro, onde o modelo de gestão proposto será implementado e validado com base na aplicação de uma obra em curso.

Palavras-chave: Gestão de Projetos; Metodologia *Earned Value Management*; Valor Planeado; Valor Ganho; Custo Real; Prazo.

ABSTRACT

The Civil Construction sector is experiencing a period marked by the increasing complexity of projects, the constant pursuit by companies for a place in the market, the satisfaction of customers' needs and demands, and the need to produce with greater efficiency and effectiveness, always linked to the factor of innovation.

Project management is a methodology that supports these needs, involving the definition, planning, monitoring, and control of projects, so that the proposed objectives are achieved. In this sense, the success of organizations increasingly depends on their internal management and control processes and the constant analysis of the market in which they operate, as it becomes more competitive and dynamic. The main objective of this dissertation is the application of the Earned Value Management (EVM) methodology, which consists of a management model that allows monitoring the status of a project in terms of cost and schedule control and obtaining forecasts about its future progress.

The application of the EVM methodology was developed at the level of the reinforced concrete activity of a construction project, providing a follow-up of all the works involved in the activity in order to analyze and evaluate the results obtained, drawing conclusions about the case study related to that project.

The case study will be developed from the contractor's perspective, where the proposed management model will be implemented and validated based on the application to an ongoing project.

Keywords: Project Management; Earned Value Management Methodology; Planned Value; Earned Value; Actual Cost; Schedule.

AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado a todos aqueles que contribuíram para que a presente dissertação fosse realizada e que de alguma forma me guiaram e inspiraram na complexidade do conhecimento. Uma palavra -

À direção do ISEP e corpo docente, pelos reconhecidos ensinamentos, instituição que auspício sempre poder honrar.

Ao meu orientador, Engenheiro José Pinto Faria, pelos sábios e reconhecidos conhecimentos transmitidos, e pelo tempo despendido para o desenvolvimento deste trabalho. O seu apoio e dedicação foram fundamentais para a realização do mesmo.

À Engenheira Maria do Rosário, pela partilha de conhecimento, disponibilidade e apoio também sempre demonstrados.

À minha equipa de Direção de Obra, em especial, ao Engenheiro Gonçalo Monteiro, pela inestimável ajuda e apoio nos mais diversos momentos, e ainda pela confiança.

Aos meus pais, Fernanda Sobreiro e Sérgio Ribeiro, que tornaram possível a minha formação académica e que me acompanharam nesta caminhada, sempre com uma palavra de incentivo, uma firme presença e acima de tudo, por todo o carinho e amor que lhes é característico.

Ao meu irmão, Diogo Sobreiro, meu companheiro de vida e melhor amigo, que sempre esteve presente em todos os momentos e que me motivou e direcionou durante todo este percurso.

Ao meu namorado, Pedro Sá Marques, pela paciência, pelo apoio incondicional a todos os níveis e pelo amor demonstrado ao longo dos momentos que juntos compartilhamos.

Uma palavra de gratidão à minha querida Manuela e Marta Marques, pela revisão do trabalho e pelo seu apoio e amizade.

À restante família e amigos pelos bons momentos de convívio que facilitaram a caminhada.

"The important thing is not to stop questioning. Curiosity has its own reason for existing"

Albert Einstein

ÍNDICE

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura da Dissertação	3
2	Estado da Arte	5
2.1	Gestão de Projetos	5
2.2	Métodos Clássicos de Planeamento e Controlo.....	9
2.2.1	Diagrama de Gantt	10
2.2.2	Método PERT e CPM.....	12
2.2.3	Planeamento e Controlo de Custos.....	16
2.3	Earned Value Management (EVM).....	21
2.3.1	Conceitos Base	22
2.3.2	Indicadores EVM	23
2.3.2.1	Indicadores de Estado.....	23
2.3.2.2	Indicadores de Desempenho	24
2.3.2.3	Indicadores de Previsão	26
2.3.2.4	Indicadores Adicionais	27
2.3.3	Ferramentas Tecnológicas de Apoio à Gestão de Projetos.....	28
3.	Enquadramento.....	31
3.1	Empresa – dstgroup, building culture	31
3.2	Caracterização da Obra	32
4	Abordagem do Caso de Estudo em Obra	35

4.1	Responsabilidades da Empresa em Obra	35
4.2	Descrição do Processo em análise	38
4.3	Controlo de Qualidade	43
4.4	Controlo de Custos	45
4.5	Controlo de Prazos	47
5	Análise Crítica EVM	49
5.1	Análise EVM.....	49
5.2	Considerações Finais da Metodologia EVM e da Empreitada.....	58
6	Conclusão	61
6.1	Considerações Pessoais.....	61
6.2	Desenvolvimentos Futuros.....	62
	Referências Bibliográficas	63
	Anexos.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grupos de Processos PMBOK (PMBOK, 7ª Edição).....	7
Figura 2 –Diagrama de Gantt (Blogspot,2024)	11
Figura 3 – Planned Value (PV), Earned Value (EV), Actual Cost (AC) (Lauren Hecker, 2023)	23
Figura 4 - Indicadores de Estado (PLACO, 2023).....	24
Figura 5 – Grandezas do Modelo EVM (Feio, Rui, 2007)	28
Figura 6 – Logótipo do Grupo (Site Oficial, DST).....	31
Figura 7 – Obra TUMAIA - Edifício H1, H3a, H3b (Foto c/ Drone. Fiscalização, 20.05.2024)	34
Figura 8 – Fluxograma Funcional da Empreitada (Ribeiro, Carolina, 2024)	38
Figura 9 – Nivelamento, Marcações e Abertura de Caboucos (Ribeiro, Carolina, 2023)	41
Figura 10 – Colocação de Armadura e Cofragem (Ribeiro, Carolina, 2023)	41
Figura 11 – Betonagem com bombagem da sapata contínua (Ribeiro, Carolina, 2023).....	41
Figura 12 – Assoalhamento da Laje (Ribeiro, Carolina, 2024)	42
Figura 13 – Colocação da Armadura (Ribeiro, Carolina, 2024).....	42
Figura 14 – Betonagem da Laje (Ribeiro, Carolina, 2024).....	42
Figura 15 – Estrutura em Betão Armado do Edifício H1 (c/ Drone, Fiscalização, 2024)	43
Figura 16 – Documento Normativo (NP EN 206)	44
Figura 17 – Fluxograma de Gestão de Custos (Ribeiro, Carolina, 2024).....	46
Figura 18 – Variação do Indicador de Estado referente ao Prazo (SV).....	55
Figura 19 – Variação do Indicador de Estado referente ao Custo (CV)	56
Figura 20 - Variação do Indicador de Desempenho referente ao Prazo (SPI)	56
Figura 21 – Variação do Indicador de Desempenho referente ao Custo (CPI).....	57
Figura 22 - Variação dos Indicadores de Previsão (BAC, EAC, ETC)	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Organizações/Documentos de gestão de Projetos	6
Tabela 2 - Relações entre Indicadores de Estado e Indicadores de Desempenho (PLACO, 2023)	25
Tabela 3 – Betão aplicado nos elementos estruturais na obra TUMAIA.....	40
Tabela 4 - Cronograma Financeiro / Faturação dos meses de Betão Armado do Edifício H1	47
Tabela 5 – Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de dezembro	50
Tabela 6 – Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de dezembro	50
Tabela 7 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de janeiro	51
Tabela 8 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de janeiro	51
Tabela 9 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de fevereiro	52
Tabela 10 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de fevereiro.....	52
Tabela 11 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de março.....	53
Tabela 12 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de março	53
Tabela 13 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de abril	54
Tabela 14 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de abril	54

LISTA DE ACRÓNIMOS

AC	<i>Actual Cost</i>
ACWP	<i>Actual Cost of Work Performed</i>
BAC	<i>Budget at Completion</i>
BCWP	<i>Budgeted Cost of Work Performed</i>
BCWS	<i>Budgeted Cost of Work Scheduled</i>
CCP	Código dos Contratos Públicos
CF	Cronograma Financeiro
CPI	<i>Cost Performance Index</i>
CPM	<i>Critical Path Methods</i>
CV	<i>Cost Variance</i>
DO	Dono de Obra
EAC	<i>Estimate at Completion</i>
ETC	<i>Estimate to Completion</i>
EV	<i>Earned Value</i>
EVM	<i>Earned Value Management</i>
OGC	<i>Office of Government Commerce</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>

PMI	<i>Project Management Institute</i>
PT	Plano de Trabalhos
PRINCE2	<i>Project in Controlled Environments</i>
PV	<i>Planned Value</i>
SPI	<i>Schedule Performance Index</i>
SV	<i>Schedule Variance</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como finalidade a apresentação do enquadramento e motivação para a realização da presente dissertação, assim como a finalidade, os objetivos e a estruturação do documento.

1.1 ENQUADRAMENTO

O mercado da construção nos últimos anos tem vindo a ser cada vez mais competitivo, devido à crescente globalização e ao rápido desenvolvimento tecnológico, mas também devido ao aumento e especificidade das exigências que lhe são impostas pela sociedade.

Uma empresa define-se pela sua política de qualidade, isto é, missão, visão e valores estabelecidos por uma Gestão de Topo, mas também pela necessidade de uma análise atualizada do contexto interno e externo da empresa, com recurso a ferramentas que auxiliam no diagnóstico da organização.

De entre essas ferramentas surge a análise *SWOT*, uma ferramenta de gestão muito utilizada para efetuar o diagnóstico estratégico. No contexto interno das organizações, é importante conhecer os pontos fortes e fracos para que sejam estabelecidos objetivos e posteriormente disponibilizados a todos os colaboradores, para que estes caminhem no mesmo sentido, de forma a atingir os resultados pretendidos. No contexto externo é fulcral as empresas perceberem quais as eventuais oportunidades e ameaças do mercado, no momento em análise, e assim se adaptarem a nível social, político e económico, de forma a serem competitivas para com as restantes, mas também com o intuito de representarem uma marca de qualidade e inovação para com as partes interessadas, nomeadamente para com os seus clientes.

A conciliação da vertente técnica com a vertente de gestão de Projetos, surge como um meio de melhoria para o funcionamento das organizações.

A abordagem à gestão de Projetos é relativamente recente e tem por motivação a necessidade de respostas rápidas e eficazes à constante mutação do ambiente empresarial (Kerzner, 2009). Esta é uma das áreas de foco na construção civil, sendo executada através da aplicação de conhecimento, competências, ferramentas e técnicas às atividades do Projeto de maneira a cumprir os requisitos do mesmo.

É no âmbito da gestão de Projetos que surge a metodologia EVM (*Earned Value Management*) ou gestão do valor agregado. De entre os métodos para controlar e monitorizar o estado do Projeto, o EVM é um dos métodos mais utilizados. Neste método, os valores previstos numa fase de planeamento são posteriormente comparados com os valores reais na fase de execução do Projeto e, desta forma, é possível fazer uma análise ao estado do Projeto e, se necessário, a criação e consequente aplicação de medidas corretivas com o intuito de chegar ao idealizado.

É também fundamental fazer referência ao conceito de gestão de risco, conceito este que quando conciliado com o modelo EVM, permite obter informação adicional de controlo e monitorização, acrescentando valor. A gestão do risco tem por base a minimização dos riscos ou uma maior rapidez de resposta aos mesmos, conseguida pela criação de soluções antecipadas para potenciais riscos que possam surgir durante a fase de execução do Projeto.

Como referido, em gestão de Projetos existe uma grande diversidade de métodos, alguns mais direcionados para as melhores práticas e *standards*, como o *PMBOK* ou o *PRINCE2*, que se regem pela experiência acumulada de milhares de Projetos e profissionais. Existem métodos direcionados para o desempenho de funções como o Project Teams, e ainda outros direcionados para áreas específicas de gestão de Projetos como, por exemplo, a gestão do risco.

O método EVM, introduzido no guia *PMBOK (Project Management Body of Knowledge)*, que se encontra na 7ª Edição (2021) e que tem como principal função padronizar e difundir as práticas mais eficientes, testadas e comprovadas por gestores de Projetos de todo o mundo, num só guia, sendo revisto pelo PMI (*Project Management Institute*) a cada 4 anos.

O método EVM é um processo bem sistematizado de gestão de Projetos e é utilizado com o intuito de controlar custos e prazos, podendo, quando bem usado ser uma maior valia na previsão de Projeto. Este fornece dados quantitativos para a tomada de decisão, pois permite observar onde o Projeto se encontra e para onde se dirige quando comparado com onde o Projeto deveria estar e qual a direção que deveria estar a seguir.

1.2 OBJETIVOS

A presente dissertação tem por objetivo apresentar, analisar e discutir conceitos e ferramentas de gestão de Projeto, tendo como principal incidência a metodologia *Earned Value Management (EVM)*.

A aplicação da metodologia EVM pode ser feita ao nível de todo o Projeto, mas, no caso da presente dissertação, tem como foco o “subProjeto”, correspondente à fase de execução da estrutura de betão armado de uma empreitada, descrita no Capítulo 3.

Esta ferramenta da gestão tem as suas limitações e, como tal, é importante ter em consideração os

desafios que surgem com a sua implementação, de modo que possam ser ultrapassados, obtendo-se resultados passíveis de análise e resultados relevantes.

Contudo, esta metodologia de gestão não deixa de ser uma maior valia, pois permite fazer um controlo de custos e prazos de forma a proporcionar ao gestor de Projeto uma visão completa e dinâmica sobre o mesmo, permitindo antecipar eventuais problemas e possibilitando a integração de ações corretivas em tempo real, no sentido de se atingir os resultados planeados.

A presente dissertação irá, através dos indicadores EVM, apresentar e analisar os dados obtidos da empreitada, de modo a possibilitar a resposta a uma série de questões indispensáveis para o sucesso do Projeto, permitindo retirar uma análise mais real e tangível dos acontecimentos na fase de execução do Projeto quando comparadas com o planeado.

Através da aplicação do EVM é possível obter-se respostas para as seguintes questões:

- O Projeto encontra-se adiantado ou atrasado face ao planeamento de trabalhos?
- O Projeto encontra-se abaixo ou acima do orçamento planeado?
- O Projeto está a ser realizado de forma eficiente e eficaz?

Com a resposta a estas questões é possível antecipar eventuais problemas ao nível do controlo de prazos, custos e desempenho e saber quais os problemas ou tarefas críticas que devem ter uma especial intervenção, de modo que o Projeto volte a seguir a direção e os objetivos planeados.

Importa ainda referir que a análise do método EVM será implementada sempre numa perspetiva do Empreiteiro, e como tal, terá maior foco no controlo de custos e prazos por forma a seguir em conformidade com o plano inicial que foi adjudicado.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em seis capítulos, referências bibliográficas e anexos, conforme o seguinte desenvolvimento:

No capítulo 1, Introdução, é feito o enquadramento do tema a desenvolver, são definidos os objetivos e apresentada a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, Estado da Arte, inicia-se com a introdução do conceito de gestão de Projeto, tendo como principal referência o Guia PMBOK, descrevendo-se alguns dos métodos clássicos de planeamento e controlo, como o Diagrama de Gantt, e os Métodos PERT e CPM. Além disso, o capítulo inclui a introdução e descrição do EVM, que se pretende aplicar posteriormente no caso de estudo. Por fim, há uma breve referência às ferramentas informáticas de apoio à gestão de Projeto. Este capítulo oferece uma visão geral dos métodos tradicionais de gestão de Projetos e das tecnologias de suporte.

No capítulo 3, Enquadramento, é apresentada a obra do estudo e feita uma descrição detalhada das

características da mesma, com a visão de implantar a metodologia proposta.

No capítulo 4, Abordagem do Caso de Estudo em Obra, é feita uma abordagem do caso de estudo em obra, onde se referem as responsabilidades da Empresa, descrevendo-se o processo em análise de forma mais pormenorizada e conceitos como o Controlo de Qualidade, Custos e Prazos.

No capítulo 5, Análise Crítica (EVM), é apresentada a aplicação da metodologia EVM, onde os resultados obtidos são discutidos e analisados. Neste capítulo, será descrito como a metodologia EVM foi implementada no caso de estudo em questão, incluindo a recolha de dados e cálculos realizados, procedendo-se à interpretação de resultados. Não obstante, serão feitos comentários sobre a eficácia do EVM na gestão de Projetos em termos de controlo de custos, prazos e desempenho.

No capítulo 6, Conclusão, são expostas as conclusões finais derivadas do trabalho desenvolvido. Além disso, são apresentadas sugestões para desenvolvimentos futuros, apontando possíveis áreas de pesquisa adicionais ou melhorias nas metodologias e abordagens utilizadas. Este capítulo fecha o trabalho fornecendo uma visão geral e consolidada do estudo, delineando direções para pesquisas subsequentes.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 GESTÃO DE PROJETOS

Um Projeto pode ser definido como um conjunto de atividades, que utilizam diferentes recursos para chegar a um determinado objetivo.

Um Projeto é um empreendimento único que deve apresentar um início e um fim definidos, e que, conduzido por uma equipa de pessoas, possa atingir os seus objetivos, respeitando os parâmetros ao nível de prazo, custo e qualidade (Clough e Sears, 2008).

«A Gestão de Projetos é a metodologia pela qual os Projetos são definidos, planeados, monitorizados, controlados para que os objetivos propostos sejam realizados. Um Projeto é único, para atingir um desejo estabelecido. Ao longo da sua execução, os Projetos sofrem mudanças e a gestão de Projetos é a forma mais eficiente de gerir tal mudança» (Sousa, Nuno Miguel, 2008).

Atualmente os Projetos têm sido planeados e executados com o intuito da criação de novos produtos e introduzir neles mudanças e inovações. No entanto, para que um Projeto seja realizado de forma eficiente e eficaz é fundamental que haja uma boa organização, uma boa capacidade de planeamento, uma boa gestão de recursos associada a uma boa capacidade de liderança.

Face à globalização e grande competitividade do mercado de construção, existe uma necessidade implícita das organizações se adaptarem às necessidades atuais.

Os Projetos passaram a ser cada vez mais exigentes a nível de custos, prazos, qualidade, variedade e inovação. Devido a este fenómeno, houve por parte das organizações a necessidade de acompanhar e dar resposta a estas exigências.

Existem várias formas de organização, sendo a gestão por Projetos uma possível, que pode integrar esforços complexos e diminuir a burocracia, embora a sua aceitação não seja consensual. A gestão de Projetos promove o abandono da organização tradicional que é basicamente vertical e com forte ênfase na relação superior-subordinado (Kerzner, 2009).

Para atingir um fator de diferenciação, as empresas tiveram a necessidade de optar por uma procura exaustiva de qualidade, variedade e inovação. Marcada pela restrição da gama de produtos, introdução

de uma maior flexibilidade nos sistemas de fabrico e adoção de estruturas flexíveis para responder ao ambiente envolvente. Rapidamente chegou-se à conclusão que uma empresa para ser competitiva tem de adotar uma mentalidade de melhoria contínua do processo de negócio, introduzindo-se o conceito de que cada produto tem de ser visto como um novo Projeto.

Há uma grande variedade de organizações dedicadas à gestão de Projeto, que emitem os seus *Standards/Bodies of Knowledge*. A presente dissertação apresenta, como exemplo, o PMI (*Project Management Institute*), que surgiu na Pensilvânia (EUA) e o OGC (*Office of Government Commerce*), no Reino Unido (UK) (Tabela 1).

Estas organizações nacionais ou internacionais promovem a harmonização da terminologia e dos diferentes entendimentos dos processos e métodos, atuando em mais de 150 países e servindo milhares de organizações que beneficiam destas abordagens, as quais se regem por um manual de boas práticas que fornecem linhas orientadoras, regras e ferramentas para a gestão de Projetos.

Tabela 1 – Organizações/Documentos de gestão de Projetos

Organização	Documento
<i>PMI (Project Management Institute)</i>	PMBOK (2021)
<i>OGC (Office of Government Commerce)</i>	PRINCE2 (2017)

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) procede à distribuição dos Projetos em grupos de processos. A flexibilidade deste guia, permite que a sua aplicação seja feita em diferentes Projetos, com díspares complexidades, sendo que a forma como é implementado varia consoante a natureza do Projeto e o objetivo em cada uma das fases.

Cada grupo de processos gera as próprias entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*); no entanto, é importante que estes processos estabeleçam inter-relações entre si para que tudo funcione em conformidade.

O PMBOK divide-se em 5 grupos de processos: Iniciação, Planeamento, Execução, Controlo e Monitorização e Encerramento (Figura 1).

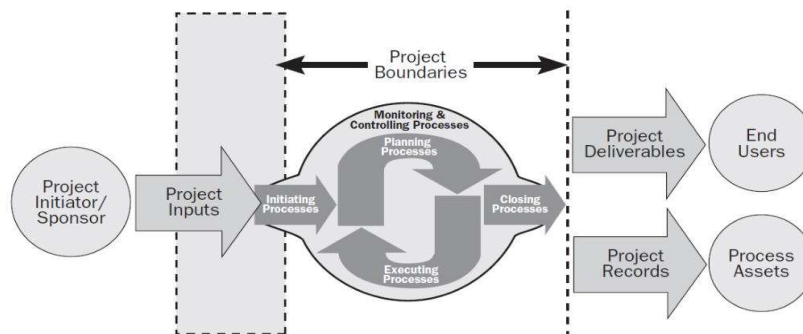


Figura 1 - Grupos de Processos PMBOK (PMBOK, 7ª Edição)

O grupo de processos de Controlo e Monitorização diferencia-se dos restantes, uma vez que, acompanha todas as fases do Projeto, isto é, desde que o Projeto se inicia até que é concluído. Caso ocorram eventuais inconformidades ou imprevistos, é possível identificar atempadamente e desta forma proceder a eventuais medidas corretivas ou possíveis alternativas de maneira a atingir o Projeto idealizado.

Os grupos de processos permitem a implementação de ações a desenvolver em cada uma das fases do Ciclo de Vida do Projeto:

➤ Iniciação

- Definir um Projeto;
- Identificar as partes interessadas e as suas eventuais necessidades;
- Proceder a estudos preliminares para estimar eventuais custos e prazos;
- Definir um gestor de Projeto.

➤ Planeamento

- Definir as atividades do Projeto;
- Estimar os custos, prazos e recursos associados a cada atividade;
- Identificar eventuais riscos, procedendo à criação de um planeamento de gestão de riscos;
- Definir as necessidades e expectativas das partes interessadas;
- Criar um Plano de trabalhos (PT) e um Cronograma financeiro (CF);
- Determinar um orçamento e prazo de execução para o Projeto.

➤ Execução

- Formar uma equipa de trabalho;
- Adquirir os recursos necessários para as diferentes atividades;

- Definir as atividades a executar e gerir o tempo destas, por forma a respeitar os custos e prazos planeados;
 - Implementar respostas aos riscos, de forma a seguir em conformidade com o planeado;
 - Gerir as partes interessadas, priorizando uma boa comunicação entre estas.
- Monitorização e Controlo
- Avaliar o desempenho do Projeto;
 - Controlar os custos, qualidade e recursos do Projeto;
 - Monitorizar os riscos e controlar possíveis mudanças ao Projeto planeado devido a alterações não previstas e/ou necessárias na frente de obra;
 - Atualizar o cronograma financeiro e plano de trabalhos;
 - Monitorizar as partes interessadas.
- Encerramento
- Fechar as contas finais do Projeto;
 - Arquivar os documentos necessários do Projeto;
 - Validar o Projeto com as partes interessadas, verificando se este está em conformidade e se foi feito tudo o que foi solicitado no Projeto adjudicado.

O PMBOK deve ser interpretado como um guia que serve de referência para as boas práticas de gestão de Projetos. No entanto, é importante ressaltar que devido à grande flexibilidade de adaptação a diferentes contextos, este não deve ser a única referência em ambiente de obra. Logo, é sempre importante conciliar o guia PMBOK com conhecimentos e experiências mais próximas do Projeto, consultando obras mais específicas e próximas do Projeto a desenvolver.

Um Projeto bem coordenado e orientado conforme os princípios PMBOK acaba por ter maior probabilidade de sucesso, pois são definidos previamente os objetivos do Projeto, sendo que grande parte do fracasso das empresas está associado ao facto de não entenderem ou atenderem às necessidades do mercado (Forbes, 2019).

Para além disto, a gestão do risco que é implementada ajuda a minimizar eventuais riscos que possam surgir e ajuda a preparar os gestores para o caso deles ocorrerem, por motivos muitas vezes externos e imprevisíveis, para que estes possam estar previamente preparados para responder de uma forma mais ágil e eficaz.

Por fim, a otimização dos recursos, sejam eles materiais ou humanos, é feita de forma atualizada, o que permite contrariar a tendência de que os gastos no decorrer do Projeto são crescentes, uma vez que o

PMBOK prevê uma série de medidas que ajudam nesta atualização, como, por exemplo, a aplicação do método EVM.

2.2 MÉTODOS CLÁSSICOS DE PLANEAMENTO E CONTROLO

O Plano de Trabalhos (PT) é fundamental para garantir que a obra é executada de forma eficiente, dentro do prazo estabelecido. Este inclui a sequência de trabalhos a serem realizados, os prazos parciais para cada atividade e os recursos necessários para que se proceda à sua correta execução. Além disso, o Plano de trabalhos também estabelece o Cronograma Financeiro, prevendo como o Empreiteiro é remunerado consoante o progresso da obra. Este documento é essencial para garantir a organização e o controlo adequados durante todo o processo de execução.

O PT desempenha o papel de um guia regulador durante a execução de um Projeto. Este permite que a equipa envolvida se mantenha na direção certa, seguindo os passos e prazos estabelecidos. No entanto, é importante reconhecer que mesmo com um PT bem elaborado, podem surgir imprevistos durante a fase de execução. Nessas situações, é necessário ter flexibilidade para ajustar o plano e utilizar os recursos disponíveis para lidar com eventuais desafios que surjam. Assim, o planeamento não só fornece uma estrutura para a fase de execução, mas também permite uma resposta ágil e eficaz às mudanças e adversidades que possam surgir ao longo do caminho de execução do Projeto. (Reis, A. Correia, 2013)

Para uma leitura rápida e objetiva, um Projeto deve adotar um método de registo gráfico do planeamento a seguir e para isso é necessário numa primeira fase decompor o Projeto. Isso implica identificar e listar todas as atividades ou tarefas elementares necessárias para concluir o respetivo trabalho – o PMBOK refere-as como “pacotes de trabalho”, que podem ser definidas como prazos, custos e todos os recursos envolvidos, com o nível de detalhe adequado ao resultado pretendido. Cada atividade deve ser claramente definida e bem compreendida em termos da sua contribuição para o objetivo final do trabalho.

Além disso, é importante considerar as dependências entre as diversas atividades. Isso significa entender quais as atividades que precisam de ser concluídas antes que outras possam começar, bem como as inter-relações entre elas. Isto ajuda a garantir que o Plano de Trabalhos é realista e que as atividades são programadas de forma lógica e sequencial.

Somente após essa análise detalhada das atividades e das suas dependências é que o registo gráfico do planeamento deve ser executado.

Quando se trata de determinar a duração das tarefas no planeamento do Projeto, é crucial considerar quais as necessidades para a sua execução e as características específicas de cada atividade.

A duração pode ser estimada com base na experiência, informação de fontes confiáveis, como entidades que já realizaram tarefas semelhantes, ou mesmo pela intuição dos gestores responsáveis.

Dos métodos de planeamento do tempo, destacam-se o Diagrama de Gantt e o Método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), que faz parte do conjunto de métodos CPM (*Critical Path Methods*). Na lista de atividades do Projeto, há várias questões importantes a considerar, como o cálculo dos prazos de execução de cada uma delas e a previsão dos recursos necessários, desde a mão de obra aos equipamentos. Esses detalhes são essenciais para garantir que o PT é realista e viável.

O Diagrama de Gantt é uma ferramenta valiosa para ilustrar visualmente as diferentes tarefas, a duração estimada de cada uma e a sua posição no prazo previsto para o Projeto. No entanto, em Projetos de maior complexidade, pode ser difícil identificar as inter-relações entre as atividades, apenas por meio do gráfico de barras. Além disso, este não fornece uma indicação clara da importância de cada atividade no controlo da duração da obra.

Para Projetos complexos, é comum recorrer a métodos mais analíticos, como o Método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM (*Critical Path Method*). Estes métodos permitem uma análise mais detalhada das dependências entre as atividades e identificam o caminho crítico, ou seja, a sequência de atividades que determina a maior duração mínima do Projeto; qualquer atraso nas atividades críticas compromete a duração do Projeto, se nada for alterado. Isto ajuda os gestores de Projeto a concentrar os esforços nos aspetos mais críticos e a tomar decisões informadas para garantir o cumprimento dos prazos. (Reis, A. Correia, 2013)

2.2.1 DIAGRAMA DE GANTT

O Diagrama de Gantt é uma criação importante de Henry Gantt, um engenheiro americano, que estudou detalhadamente a ordem de operações de trabalho e procurou solucionar a programação das atividades pela sua distribuição num gráfico onde se pudesse verificar o seu início, duração e fim.

Esta é, comprovadamente, uma ferramenta analítica indispensável para os gestores e permanece praticamente inalterada.

O gráfico de Gantt, caracteriza-se pela sua representação gráfica, com barras que destacam a sequência e a duração de todas as tarefas de um Projeto. Até hoje são utilizados praticamente sem nenhuma alteração, tendo somente na década de 1990 o *Microsoft Office Project*, adicionado linhas de vínculo a essas barras de tarefas, descrevendo as dependências mais precisas entre as tarefas. O facto de se apresentar desenhado à escala do tempo, representa uma vantagem.

Neste método cada atividade é representada por uma barra retangular cujo comprimento medido na

horizontal, corresponde à escala, ao tempo necessário à sua execução. Determinadas atividades são ligadas com linhas verticais para traduzir as relações de dependência lógica entre elas, sendo que algumas atividades são limitadas. Estas atividades no seu conjunto definem o prazo final de execução do Projeto, e a ampliação do tempo de execução de qualquer uma delas provoca o aumento do prazo, tendo por essa razão a designação de “atividades críticas” (Figura 2).

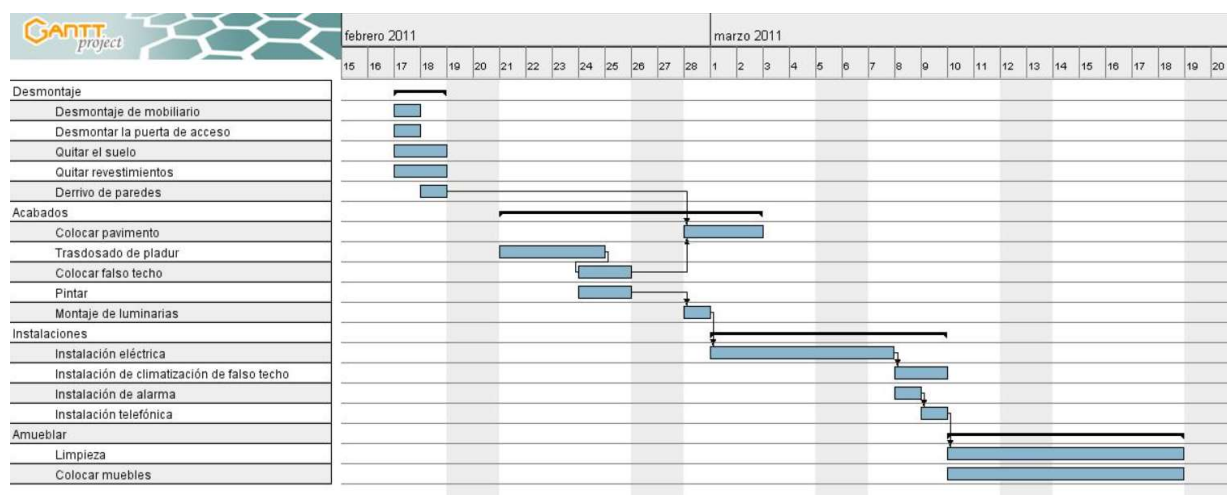


Figura 2 –Diagrama de Gantt (Blogspot,2024)

O diagrama de Gantt também tem suas limitações. Uma dessas limitações é a necessidade de uma remodelação completa sempre que ocorrem alterações parciais no planeamento, como, por exemplo, mudanças nas durações das atividades ou nas datas de realização. Este fenómeno torna a manutenção dos diagramas um desafio, especialmente em Projetos mais complexos e dinâmicos, sujeitos a mudanças frequentes.

Além disso, o conceito de atividades críticas é fundamental no diagrama de Gantt. Como anteriormente referido, essas são as atividades que, se atrasadas, podem afetar diretamente o prazo final do Projeto. Identificar e gerir essas atividades críticas é essencial para garantir o cumprimento dos prazos e o sucesso do Projeto como um todo.

Apesar destas limitações, o Diagrama de Gantt continua a ser uma ferramenta valiosa para a gestão de Projetos, especialmente em Projetos associados a uma programação estável e suscetível a poucas mudanças. É uma maneira eficaz de visualizar e comunicar o PT a toda a equipa.

Nas atividades não críticas, podem definir-se dois tipos de folgas:

- Folga livre

O PMBOK define folga livre como «o tempo permitido de atraso para uma atividade do cronograma sem atrasar a data de início mais cedo de qualquer uma das atividades do cronograma imediatamente subsequentes».

Por outras palavras, é a quantidade de tempo que uma atividade pode atrasar sem causar impacto no término do Projeto ou noutras atividades subsequentes.

A folga livre é uma medida da flexibilidade dentro do cronograma do Projeto. Esta permite que os gestores do Projeto identifiquem as atividades que têm algum espaço para atrasos sem comprometer o prazo final. Muitas vezes pode ser útil para priorizar recursos e focar esforços nas atividades mais críticas ou com maior urgência.

- Folga total

O PMBOK define folga total como «o atraso total permitido para a data de início mais cedo de uma atividade do cronograma sem atrasar a data de término do Projeto ou infringir uma restrição do cronograma».

Refere-se assim ao atraso máximo que uma atividade pode ter na sua realização sem afetar o prazo total de execução do Projeto, mas afetando as atividades do “ramo” em que está inserida.

A folga total é uma medida importante para entender a flexibilidade dentro do cronograma do Projeto, especificamente nas atividades do caminho crítico. Esta permite que os gestores do Projeto identifiquem as atividades que têm algum espaço para atrasos sem afetar o prazo final, mas que poderão ter impacto nas atividades críticas do Projeto. Monitorizar a folga total ajuda a gerir o risco de atrasos no Projeto e permite tomar decisões informadas sobre como alocar recursos e priorizar atividades. Se a folga total de uma atividade estiver a ser utilizada, devido a atrasos ou problemas, isso pode indicar a necessidade de ação para evitar atrasos no caminho crítico e garantir o cumprimento dos prazos do Projeto.

2.2.2 MÉTODO PERT E CPM

Face à evolução do mercado e aumento da complexidade dos Projetos, os gestores sentiram necessidade de procurar novas técnicas de suporte à gestão de Projetos.

O método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM (*Critical Path Method*) são duas técnicas amplamente utilizadas na gestão de Projetos. Ambas têm como objetivo auxiliar na programação e controlo de Projetos complexos, identificando as atividades críticas e garantindo que o Projeto é concluído dentro do prazo inicialmente previsto.

- PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

O PERT é o acrónimo de *Program Evaluation and Review Technique* e tem por definição a técnica de avaliação e revisão de Projetos usada para analisar e representar a incerteza inerente ao tempo necessário para concluir uma atividade.

Foi desenvolvido na década de 1950 pela Marinha dos EUA para o Projeto do míssil Polaris, com o objetivo de gerir o desenvolvimento de sistemas complexos de armas.

Atualmente, esta é uma técnica transversal a diversas áreas, sendo muito utilizada na representação de Projetos mais desafiantes, sobretudo quando existe uma rede de múltiplas interligações entre atividades, uma vez que, permite que as atividades se iniciem ou parem independentemente umas das outras, numa dada sequência. Desta forma elimina os processos contínuos em que as atividades se seguem umas às outras sem qualquer tempo de distanciamento entre elas.

Na fase de planeamento, onde se desenvolve o PT, é feita uma representação de todas as atividades do Projeto, com os respetivos recursos e prazos parciais afetos a cada atividade.

Na fase de programação procede-se à determinação de possíveis interdependências entre estas atividades por forma a que seja perceptível quais as atividades que podem ocorrer simultaneamente e quais as suas precedências.

Por fim, o controlo consiste no estudo de custos ou tempo que as fases de planeamento e programação permitiram levantar.

No diagrama PERT, as atividades são representadas por setas, enquanto os círculos ou nós representam as “etapas”. Cada atividade é delimitada por dois eventos: um antecessor e um sucessor, indicando desta maneira o fluxo cronológico do processamento. O sentido das setas indica a direção em que as atividades devem ser realizadas.

Cada atividade no diagrama PERT tem uma duração associada, representando o tempo necessário para concluí-la, além dos recursos necessários para que se proceda à sua correta execução. Ao conectar as atividades com as suas dependências e estimativas de tempo, o diagrama PERT ajuda a visualizar o cronograma do Projeto e permite identificar as atividades críticas que determinam a duração total do Projeto.

Quando há a necessidade de representar atividades que ocorrem de forma independente, mas que são complementares ou dependentes de outras atividades para avançar, o PERT usa o conceito de atividades fictícias ou atividades simuladas. Essas atividades fictícias não consomem tempo nem recursos e são representadas através de uma linha a tracejado no diagrama. Estas servem para estabelecer corretamente as dependências entre atividades reais, garantindo que a lógica do Projeto é representada de forma precisa.

Este método lida com a incerteza no tempo de execução das atividades, usando como referência três estimativas: otimista, pessimista e mais provável, para calcular desta forma uma estimativa ponderada. A partir dessas estimativas, é possível calcular o tempo esperado de conclusão de cada atividade individualmente e, conseqüentemente, determinar a duração esperada do Projeto (Camargo, Robson, 2022).

- **Estimativa otimista (O)** – Quantidade mínima de tempo necessária para concluir uma tarefa, quando esta se desenrola em condições manifestamente favoráveis;
- **Estimativa pessimista (P)** – Quantidade máxima de tempo necessária para concluir uma tarefa, para a possibilidade de as condições serem adversas;
- **Estimativa mais provável (M)** – Melhor estimativa do tempo provável para concluir uma tarefa, associada a uma situação em que todo o Projeto decorre dentro da normalidade.

A equação PERT (1) pode ser utilizada para calcular a duração esperada de uma tarefa e o tempo de conclusão, podendo ser medido em minutos, horas, dias ou semanas.

- Equação PERT

$$(1) \text{ Duração Esperada} = (O + (4 \times M) + P) \div 6$$

onde:

- *O* significa o tempo mínimo necessário para a conclusão da tarefa;
- *M* significa o tempo estimado, mais provável, para concluir a tarefa;
- *P* significa o tempo máximo necessário para concluir uma tarefa;

O diagrama PERT é especialmente útil em Projetos onde há considerável incerteza no tempo de execução das atividades. Este auxilia os gestores de Projeto a identificar quais as tarefas ou atividades críticas e a proceder a uma avaliação do Projeto que serve de auxílio a possíveis revisões. Sempre que na fase de execução seja necessário proceder a alterações que ocorram após a elaboração do Plano de trabalhos (PT), surjam elas por possíveis modificações do Projeto, atrasos ou antecipações que ocorram em qualquer uma das atividades realizadas, isto é viável no diagrama PERT (Reis, A.Correia, 2013).

O diagrama PERT tem algumas limitações, sendo que a maior é ao nível da interpretação, uma vez que quando são Projetos extensos, associados à integração de muitas atividades, a leitura deste não é muito clara, podendo gerar alguma dificuldade de interpretação.

No entanto, tem vantagens que o evidenciam, nomeadamente ao nível da fácil representação de

precedências, da possível programação e da fácil reprogramação associada a eventuais imprevistos e alterações na fase de execução do Projeto (Reis, A.Correia, 2013).

- CPM (Critical Path Method)

O CPM é uma técnica de gestão de Projetos que identifica o caminho crítico, ou seja, a sequência mais longa de atividades críticas que por subsequente determinam a duração mínima do Projeto, procedendo à gestão e preservando o equilíbrio entre os custos e a data de conclusão do Projeto.

O método do caminho crítico (CPM) foi desenvolvido no final da década de 1950, por *Morgan R. Walker* da *DuPont*¹ e *James E. Kelley Jr.* da *Remington Rand*².

A análise do caminho crítico é frequentemente usada em diferentes Projetos, incluindo Projetos de construção, aeroespacial, de defesa, desenvolvimento de softwares, entre muitos outros. Qualquer Projeto com atividades interdependentes pode aplicar este método de análise.

A primeira vez que o CPM foi usado, ao nível da construção, foi na criação de grandes arranha-céus em 1966, ao construir as antigas Torres Gémeas do *World Trade Center*, em *New York*. Embora tenha sofrido alterações de melhoria desde que surgiu, este continua a ser um método usado em muitos Projetos. (TAVARES, L. Valadares, 1996).

O CPM lida com o tempo real de execução das atividades, ou seja, é um modelo determinístico que não recorre a tempos estatísticos para determinar a duração das atividades. Contrariamente ao PERT, que é um modelo probabilístico que utiliza conceitos de probabilidade para estimar os tempos das atividades, baseando-se na incerteza.

O caminho crítico é um método muito utilizado, como anteriormente referido, uma vez que para além de identificar as atividades do Projeto, permite determinar a flexibilidade no planeamento destas atividades, quando estas são atividades não críticas.

O CPM está ligado diretamente ao planeamento do tempo, com o intuito de minimizar o tempo de duração total do Projeto.

Conforme descrito anteriormente, o caminho crítico é definido pela maior sequência de atividades críticas e indica desta maneira qual a sequência de atividades que condicionam a duração total do Projeto, promovendo um maior controlo sobre estas mesmas atividades, pois ao se proceder a um aumento na sua duração, a duração final do Projeto acompanha inevitavelmente este aumento.

Fornecer também informação útil em relação aos recursos associados a cada atividade, promovendo o

¹ É uma empresa multinacional Americana sendo a segunda maior empresa química do mundo em termos de volume de capital, e a quarta em termos de receita.

² Foi uma empresa norte-americana, com sede em Nova Iorque (1927-1986). Conhecida originalmente pelas máquinas de escrever, lançou o primeiro computador comercial do mundo (UNIVAC I, em 1951) tendo sido posteriormente vendida.

equilíbrio na gestão de recursos e consequentemente na gestão de custos e tempos de execução das atividades. A representação das atividades neste método é feita através de círculos ou nós, recorrendo a setas para mostrar o fluxo cronológico do processamento das atividades.

O CPM dá especial atenção à redução entre o aumento de mão-de-obra e de recursos para encontrar a duração do Projeto ou de algumas das suas atividades e o custo adicional que implicam esses aumentos. É particularmente útil em Projetos onde a precisão nas estimativas de tempo é alta e a incerteza é baixa. No método CPM considera-se que é conhecido com rigor o tempo necessário para a realização das várias atividades do Projeto e, além disso, supõe-se conhecida a relação de variação do tempo de realização com a quantidade de recursos afetados. (Reis, A. Correia, 2013)

É muito utilizado em Projetos, tais como os do setor da construção, onde já há previamente, uma experiência na resolução de problemas análogos.

Assim, pode se concluir que ambas as técnicas, CPM e PERT, têm vantagens e são aplicáveis em diferentes contextos, dependendo da natureza e das características específicas do Projeto. Muitas vezes, são usadas em conjunto para fornecer uma análise mais abrangente do cronograma do Projeto.

2.2.3 PLANEAMENTO E CONTROLO DE CUSTOS

O planeamento de um Projeto deve ter em consideração três alicerces fulcrais para que este seja eficiente e eficaz, sendo eles: Custo, Tempo e Qualidade.

Há muito, que o orçamento de uma obra é um dos principais fatores de decisão na fase de concurso, sempre aliado a fatores de decisão que também têm um peso significativo, como os prazos de entrega, qualidade ou segurança, sendo que estes últimos têm vindo a adquirir uma maior incidência e influência no decorrer dos anos.

Por conseguinte, o orçamento a ser apresentado em fase de concurso é de grande relevo e deve ter uma atenção especial por parte de quem o executa, pois só desta forma é possível que este seja competitivo com os restantes preços orçamentados pela concorrência e de forma a não comprometer no futuro a exequibilidade e possíveis ganhos para as partes interessadas da obra nas condições desejadas.

Assim, é crucial que a equipa de execução do orçamento tenha em consideração o mercado externo e interno da empresa, procedendo à realização de uma compilação de estudos pormenorizados e realistas do mercado externo e tendo em consideração através de uma análise clara o âmbito e os objetivos da organização. Devido ao mercado externo se encontrar em permanente mudança, associado muitas vezes a fatores previsíveis, mas por vezes imprevisíveis, a gestão de custos é muito importante para o sucesso de um Projeto, incluindo uma série de processos para assegurar que o Projeto termine de

acordo com aquilo que foi inicialmente planeado, isto é, garantir que o Projeto seja executado dentro do orçamento aprovado.

Considerada por muitos a área mais importante da gestão de Projetos, a gestão de custos aliada à gestão de tempo são a base que deu origem aos conceitos de gestão de Projeto. (Oliveira, Rodrigo César Franceschini, 2003).

A gestão de custos representa-se por um conjunto de processos necessários para a seriedade do orçamento: Planeamento de Recursos, Estimativa de Custos, Orçamentação e o Controlo e Monitorização dos Custos.

- Planeamento de Recursos

O processo descrito inicialmente identifica os recursos necessários (materiais, mão de obra e equipamentos), para concluir as diferentes tarefas do Projeto. Isto pode ser feito tendo como referência uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), ou *Work Breakdown Structure* (WBS), que é um processo de subdivisão das entregas e do trabalho do Projeto em partes menores (pacotes de trabalho) e por conseguinte, associadas a uma gestão mais fácil e controlada, por forma a atingir os objetivos do Projeto e a criar as entregas necessárias, sendo que cada nível descendente da WBS representa uma definição gradualmente mais pormenorizada da definição do âmbito e trabalho do Projeto.

De seguida, procede à quantificação de recursos, isto é, uma vez identificados os recursos necessários, é indispensável determinar as quantidades específicas de cada recurso que serão necessárias para proceder à execução de cada tarefa. Isso pode ser baseado em informações históricas, *benchmarking* com projetos similares, ou através de uma análise detalhada das necessidades do Projeto. As informações históricas de Projetos anteriores são valiosas para estimar recursos com uma maior precisão. Estas fornecem uma base de comparação para entender os padrões de consumo e rendimento de recursos em Projetos semelhantes e ajudam a prever quais as necessidades futuras para o Projeto.

O resultado deste processo é uma lista detalhada dos recursos necessários para cada tarefa da WBS, lista que servirá como base para o planeamento e atribuição de recursos durante a execução do Projeto. Em síntese, o processo de estimativa de recursos é fundamental para garantir que um Projeto, como uma obra de construção, tenha os recursos adequados disponíveis no momento certo e na quantidade certa para garantir que quando concluída esta respeite o prazo e o orçamento.

- Estimativa de Custos

Este processo envolve a determinação dos custos associados aos recursos para executar as tarefas do Projeto. Inclui custos de materiais, mão-de-obra, equipamentos e outros recursos quanto necessários.

A WBS e a lista de recursos necessários fornecem uma base para identificar todos os elementos do Projeto que precisam de ser considerados ao estimar os custos. Cada item na WBS é associado a um conjunto específico de recursos e custos.

As estimativas de duração das tarefas são importantes porque a duração das atividades influencia diretamente os custos associados a estas. Quanto mais tempo uma tarefa leva para ser concluída, maior será o custo associado, devido ao consumo prolongado de recursos. O uso de informações de Projetos anteriores é valioso para estimar custos com maior precisão. Fornece assim uma base para comparação e permite ajustar as estimativas com base em experiências passadas semelhantes.

Com base na WBS, na lista de recursos, nas taxas de custo, nas estimativas de duração e nas informações históricas, cria-se a estimativa de custos do Projeto. Geralmente envolve a alocação de custos para cada item da WBS e a soma desses custos para obter o custo total do Projeto.

O plano de gestão do custo formaliza todos os procedimentos a serem adotados para administrar os custos do Projeto de forma eficaz. Isso inclui detalhes sobre como os custos serão posteriormente monitorizados, controlados, comunicados e geridos ao longo do ciclo de vida do Projeto.

Em resumo, a estimativa de custos é uma parte crucial do planejamento de Projetos, pois fornece uma base para o orçamento e controle financeiro durante a execução do Projeto. Um plano de gestão do custo bem elaborado ajuda a garantir que os custos do Projeto são geridos de forma mais eficiente e eficaz, diminuindo o risco de incumprimento do CF.

- Orçamentação

Neste processo, a WBS é usada para identificar todas as tarefas e elementos do Projeto. Cada tarefa da WBS é associada a um custo previsto, que representa o custo estimado para concluir essa tarefa.

O cronograma do Projeto fornece informações sobre a sequência e a duração das atividades do Projeto. Este é usado para determinar o momento em que a tarefa será executada e, portanto, quando os custos associados a essas atividades serão incididos.

Com base na WBS e no cronograma do Projeto, cada tarefa é valorizada com seu respectivo custo previsto, isso é feito através da estimativa de custos associados a cada atividade.

Este processo tem por objetivo criar uma linha de base de custos (*baseline*) que represente o custo total estimado do Projeto. Essa linha de base é usada como referência para medir o desempenho real do Projeto em termos de custos.

A linha de base de custos serve como ponto de referência para comparar os custos reais do Projeto à medida que este avança. Isso permite que os gestores de Projeto identifiquem desvios em relação ao

orçamento planeado e tomem medidas corretivas, se necessário, para manter o Projeto dentro do orçamento.

Além de acompanhar o desempenho financeiro do Projeto, a linha de base de custos também ajuda a gerir o “fluxo de caixa”, fornecendo uma previsão dos custos a serem incididos ao longo do tempo.

Assim, a criação da linha de base de custos é essencial para o sucesso do Projeto, pois fornece uma referência clara para a gestão financeira e permite que os gestores de Projeto monitorizem e controlem os custos ao longo do ciclo de vida do Projeto.

- Controlo e monitorização de Custos

O controlo e monitorização de custos é também uma parte essencial da gestão de Projetos e envolve o acompanhamento e avaliação contínuos dos fatores que podem afetar os custos do Projeto.

Qualquer alteração nos custos do Projeto, seja por solicitação direta das partes interessadas ou como resultado de mudanças que eventualmente possam ocorrer, como prazos, trabalhos a mais, deve ser documentada de forma adequada. Isto inclui uma descrição clara da alteração, o motivo da alteração e o respetivo impacto nos custos do Projeto.

As alterações nos custos devem ser reconhecidas e aceites pelos responsáveis do Projeto. Isto envolve que todas as partes envolvidas estejam informados das alterações e concordem com estas, antes que se proceda à implementação das alterações.

O controlo de possíveis alterações nos custos deve ficar bem definido no plano de gestão de custos do Projeto, sendo que os procedimentos e responsabilidades devem ser documentados, avaliados e aprovados caso estas mudanças nos custos do Projeto ocorram.

Uma parte fundamental deste controlo é acompanhar a evolução dos custos do Projeto ao longo do tempo, através da comparação dos custos reais com a linha de base de custos para identificar desvios e possíveis tendências de desvios.

Em resumo, o controlo de custos envolve um acompanhamento da evolução dos custos do Projeto, envolve capturar informações para mensurar eventuais desvios, e não permitir alterações nos custos previstos sem a devida autorização e documentação adequada. Assim, existe uma garantia de que o Projeto permanece dentro do orçamento planeado e que todas as partes interessadas estão informadas e concordam com possíveis alterações nos custos.

O *Earned Value Management* (EVM), é um método poderoso para o controlo de custos e avaliação do desempenho de Projetos. Este permite uma visão completa do Projeto, comparando o valor real das atividades com o valor planeado, o cronograma do Projeto e o desempenho técnico numa única métrica. Desta forma, com base nos dados do EVM, é possível determinar as variações de custo, as variações de

prazo e os índices de desempenho, o que permite aos gestores de Projeto identificar antecipadamente eventuais desvios por forma a tomarem medidas corretivas antes que os problemas se tornem irreversíveis ou com impactos significativos no orçamento e no cronograma do Projeto.

O MS *Project* é, também, uma ferramenta muito utilizada para a gestão de Projetos, no entanto, por ser uma ferramenta associada a um *software* pago, acaba por vezes por prejudicar o custo do Projeto, não estando desta forma ao nível de todas as organizações e de todos os Projetos.

Em síntese, a Gestão do Valor Ganho (EVM) é uma ferramenta valiosa para o controlo de custos e avaliação do desempenho do Projeto, fornecendo uma abordagem abrangente e integrada para a gestão de Projetos. Quando usada auxilia os gestores a manter o Projeto dentro do orçamento, a identificar problemas precocemente e a tomar decisões informadas para garantir o sucesso do mesmo. O estudo e o controlo dos custos em Projetos, especialmente em Projetos complexos como obras de construção, são fundamentais para o sucesso do Projeto. Desta forma, a contabilidade analítica desempenha um papel crucial numa organização, pois esta é uma abordagem detalhada que envolve a determinação de custos para atividades específicas. Isto permite uma compreensão mais precisa de como os custos são incorridos e como podem ser controlados de forma mais eficaz.

O estudo dos custos em Projetos é complexo devido à variedade de despesas envolvidas, à necessidade de gerir o fluxo de caixa, avaliar a rentabilidade e garantir uma contabilidade detalhada e precisa. Uma organização com base em contabilidade analítica é essencial para obter os dados necessários e garantir uma gestão eficaz dos custos ao longo do Projeto.

Numa perspetiva de entidade executante, a divisão de custos pode ser feita em três parcelas:

- **Custos diretos** – Custos associados aos recursos utilizados na fase de execução do Projeto, isto é, recursos de mão de obra, materiais, equipamentos e subempreiteiros. Os custos diretos podem ser atribuídos diretamente a um produto, serviço ou atividade específica, sendo facilmente identificáveis e mensuráveis, pois estão diretamente relacionados com a atividade de produção;
- **Custos Indiretos** – Custos que incluem os gastos globais do estaleiro, como exemplo, serviço de vigilância e portaria, serviço de limpeza, eletricidade, água, equipa de Projeto e parte administrativa, etc. Para além disto incluem-se os custos associados à gestão da organização e que não são diretamente imputáveis aos Projetos (salários do pessoal administrativo, da administração, custos da sede, gastos financeiros ligados a juros de empréstimos, garantias bancárias, etc.) Os custos indiretos são importantes para determinar o custo total de uma organização ou de um Projeto.

- **Prémios/Multas** – Os prémios são pagos pelo cliente, no caso de conclusão do Projeto antes dos prazos previamente previstos. Também podem surgir no sentido inverso, como multas a pagar, no caso do prazo previsto ser ultrapassado.

O controlo de contas é fundamental numa empreitada de um Projeto, quer por parte da entidade executante quer pelo dono de obra (DO), para que os trabalhos e os respetivos pagamentos sejam feitos de forma correta e no respetivo tempo.

Assim, é fundamental proceder a um conjunto de procedimentos, tais como:

- Proceder a medições dos trabalhos executados, mensalmente, para uma correta elaboração dos autos de medição;
- Analisar e Medir os trabalhos a mais (TM), que possam surgir por solicitação do Dono de Obra ou por necessidades do Projeto, de forma a estimar os seus custos e a ter uma aprovação das partes interessadas para que estes sejam executados;
- Elaborar a conta corrente da obra, devendo o respetivo plano de conta ser submetido à aprovação do promotor;
- Manter atualizado o mapa de saldos da obra para controlo dos artigos integrados no orçamento;
- Elaborar a conta final da obra, de forma a atingir o valor orçamentado.

2.3 EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM)

O EVM constitui uma ferramenta adequada à identificação atempada de problemas no Projeto e à avaliação das medidas corretivas a adotar (*Fleming e Koppelman, 2002*).

A metodologia *Earned Value Management* vem sendo utilizada pelo Departamento de Defesa dos EUA desde 1967, como um método padronizado na medida de desempenho de Projetos. Foi no âmbito da Expo98 e no controlo do Projeto da Gare Oriente que surgiu a sua primeira aplicação em Portugal.

A metodologia EVM, representa uma técnica eficaz de planeamento e controlo, que traduz numa única abordagem a informação sumarizada dos custos reais e dos custos orçamentados, até à data em análise, tendo em consideração o conjunto de trabalhos (atividades) que se encontram efetivamente concluídos (Anbari, 2003).

O EVM, através do fornecimento de indicadores de estado e desempenho, relativamente a prazos e custos, permite quantificar a quantidade de trabalho efetivamente realizada até ao momento em que se efetua a avaliação, em que se compara o seu desempenho com o planeado e fornece previsões para o futuro do Projeto.

Este método de controlo de gestão de Projetos apresenta inúmeras vantagens. Porém, importa alertar para o facto de que este enfrenta obstáculos quanto à sua implementação. Aliado a rigorosos procedimentos de recolha de dados, sem os quais não é possível atingir resultados efetivamente realistas e satisfatórios, acresce a dificuldade em interpretar corretamente os dados obtidos, o que leva a que por vezes esta técnica seja desconsiderada.

Inicialmente, esta técnica surgiu tendo como principal foco a gestão dos custos, porém, a evolução dos estudos e a sua aplicação sucessiva suscitaram um interesse crescente na sua aplicação, como forma de previsão da duração total do Projeto (Vandevoorde, Stephan; Vanhoucke, Mario, 2006).

2.3.1 CONCEITOS BASE

O método EVM tem por base três conceitos fundamentais, *Planned Value* (valor planeado), *Earned Value* (valor ganho), e *Actual Cost* (custos atualizados ou custos reais), por forma a analisar e avaliar a evolução do Projeto (Figura 3).

- **Planned Value (PV)** – também designado por *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS) ou Custo Orçamentado para o Trabalho Planeado, é o índice que define o estado de desenvolvimento em que os trabalhos devem estar, ou seja, corresponde ao valor base orçamentado da soma dos *budgets* de todas as atividades calendarizadas até ao momento atual;
- **Earned Value (EV)** – também designado por *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) ou Custo Orçamentado para o Trabalho Executado, diz respeito ao valor orçamentado que deveria ser gasto, considerando o trabalho realizado até ao momento atual. É obtido a partir do produto da percentagem de trabalhos realizados com o custo orçamentado;
- **Actual Cost (AC)** – também designado por *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) ou Custo Real do Trabalho Realizado, representa o valor dos custos efetivos na realização das atividades já executadas, até ao momento atual. Apresenta, deste modo, o custo efetivo de cada atividade a partir dos dados reais de trabalho já executado, desde que a atividade se iniciou até ao momento de estado.

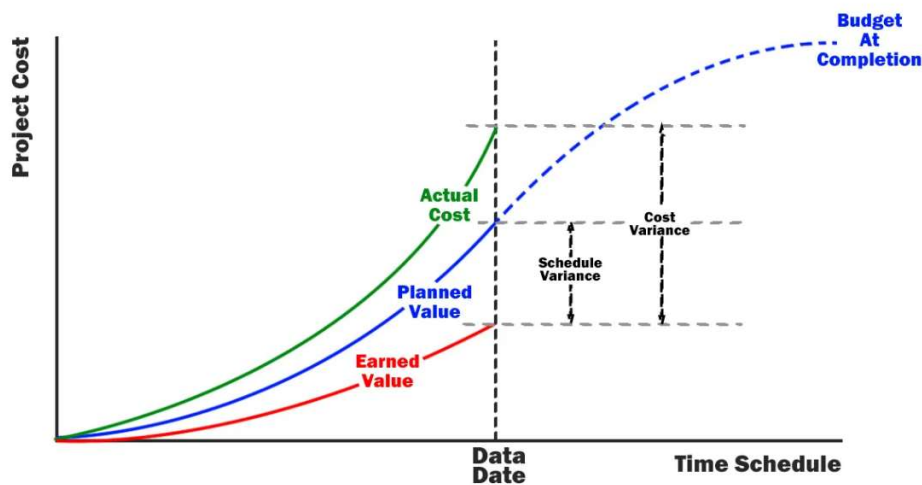


Figura 3 – *Planned Value (PV), Earned Value (EV), Actual Cost (AC)* (Lauren Hecker, 2023)

2.3.2 INDICADORES EVM

Os Indicadores EVM, podem ser agrupados em três grupos:

- Indicadores de Estado;
- Indicadores de Desempenho;
- Indicadores de Previsão.

A aplicação deste método, enquanto medida de monitorização e controlo, é realizada por meio de um plano base ou “*baseline*”. Tendo como base as três variáveis de referência indicadas (PV, EV, AC), é possível avaliar o desempenho do Projeto, comparando o plano base com os prazos e custos num determinado momento do Projeto (*Status Date*).

2.3.2.1 INDICADORES DE ESTADO

- Desvios de Custos (CV) – Também denominado como “*Cost Variance*”, este desvio consiste na diferença entre o custo orçamentado para o trabalho executado ou valor ganho (EV) e o custo real (AC). O desvio de custos permite avaliar se o Projeto está acima ou abaixo do que foi orçamentado.

$$CV = EV - AC$$

$$\% CV = \frac{CV}{AC}$$

- Desvios de Prazos (SV) – Também denominado como “*Schedule Variance*”, este desvio consiste na diferença entre o valor ganho (EV) e o valor planeado (PV). O desvio de prazos permite avaliar se o Projeto está ou não dentro do prazo previsto, podendo estar adiantado ou atrasado (Figura 4).

$$SV = EV - PV$$

$$\% SV = \frac{SV}{PV}$$

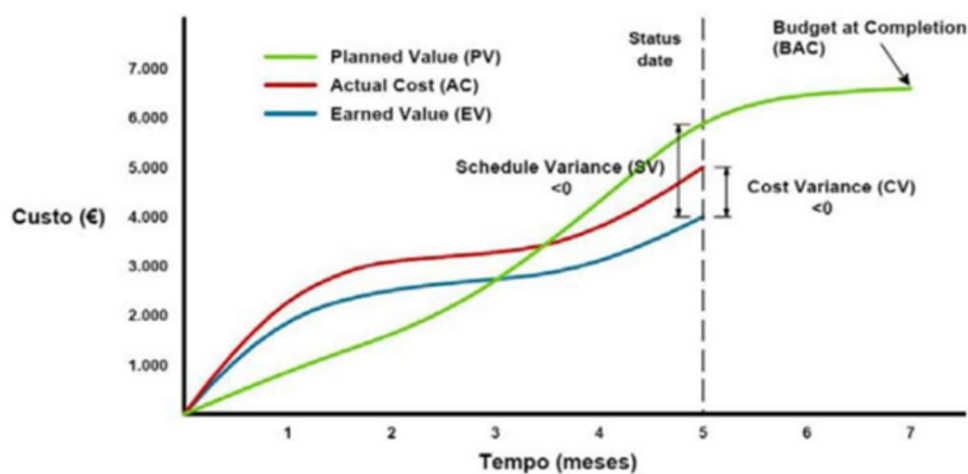


Figura 4 - Indicadores de Estado (PLACO, 2023)

2.3.2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

As três variáveis de referência do modelo EVM (PV, EV, AC) permitem determinar indicadores de eficiência do Projeto.

- Índice de Desempenho do Custo (CPI) – Este índice permite determinar a relação dos custos planeados para a quantidade de trabalho executada até ao momento em análise e os custos reais na sua execução. Desta forma, é possível medir o nível de eficiência com que a equipa de Projeto está a utilizar os recursos. Caso o Projeto esteja a gastar menos no trabalho realizado do que aquilo que estava orçamentado, então $EV > AC$ e $CPI > 1$.

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

- Índice de Desempenho do Prazo (SPI) – Este índice permite determinar a relação quantitativa do trabalho já realizado, com o trabalho que estava previsto executar, para o mesmo momento de estado. Desta forma, é possível medir o nível de eficiência associado à execução dos trabalhos.

Caso o Projeto esteja adiantado, $EV > PV$ e, por conseguinte, $SPI > 1$ (situação favorável). Por outro lado, um valor de $SPI < 1$ indica que o trabalho realizado é inferior ao que estava planeado (situação desfavorável), podendo gerar atrasos no Projeto se os trabalhos tiverem interferência no caminho crítico do Projeto.

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

A utilização destes índices de desempenho (CPI, SPI) é muito intuitiva e de fácil aplicação. Estes índices podem ser aplicados separadamente, porém, quando usados em simultâneo ajudam a ter uma previsão mais realista dos custos e prazos finais para se concluir o Projeto (Tabela 2).

Tabela 2 - Relações entre Indicadores de Estado e Indicadores de Desempenho (PLACO, 2023)

	SV > 0 & SPI > 1	SV = 0 & SPI = 1	SV < 0 & SPI < 1
CV > 0 & CPI > 1	Projeto Adiantado	Projeto no Prazo	Projeto Atrasado
	Abaixo do Orçamento	Abaixo do Orçamento	Abaixo do Orçamento
CV = 0 & CPI = 1	Projeto Adiantado	Projeto no Prazo	Projeto Atrasado
	Igual ao Orçamento	Igual ao Orçamento	Igual ao Orçamento
CV < 0 & CPI < 1	Projeto Adiantado	Projeto no Prazo	Projeto Atrasado
	Acima do Orçamento	Acima do Orçamento	Acima do Orçamento

2.3.2.3 INDICADORES DE PREVISÃO

Os indicadores de previsão permitem ao gestor de Projeto determinar estimativas sobre o futuro do Projeto, sendo uma das maiores valias de uma análise *Earned Value*.

Esta análise antecipada, proporciona a tomada de medidas corretivas para determinadas situações, em que os custos e prazos do Projeto estejam a ultrapassar o que foi previamente orçamentado para o trabalho realizado até ao momento de estado.

Estes indicadores de previsão servem de “aviso” para este tipo de acontecimentos durante a fase de execução, no entanto, é importante ressaltar que a aplicação deste índice parte do pressuposto de que efetivamente as variações de custos ocorridas à data em análise se mantêm constantes no futuro, o que nem sempre se verifica.

- Estimativa na Conclusão (EAC) – Este indicador também denominado como “*Estimate at Completion*”, é visto como um dos indicadores mais importantes do EVM, uma vez que permite estimar o custo final do Projeto. No entanto, esta estimativa é elaborada com base no desempenho e variações evidenciadas no momento que é executada esta previsão.

No cálculo desta estimativa podem ser tomadas três perspetivas diferentes:

1. Estimativa na Conclusão Mais Provável – O gestor do Projeto considera que as variações de custos ocorridas até ao momento vão continuar no futuro com o mesmo padrão de variação.

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI}$$

2. Estimativa na Conclusão Otimista – O gestor de Projeto desconsidera as variações de custos determinadas até ao momento de análise, sendo expectável que no futuro não voltem a ocorrer desvios semelhantes.

$$EAC = AC + BAC - EV$$

3. Estimativa na Conclusão Pessimista – O gestor de Projeto inclui novos recursos e recorre a horas extraordinárias, na tentativa de recuperar os atrasos e colocar o Projeto dentro do prazo previsto, sendo essa a razão da inclusão da variável do índice de desempenho do prazo (SPI). Esta estimativa muitas vezes é a que melhor retrata a realidade, sendo aplicada por muitos gestores de Projeto.

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI \times SPI}$$

- Estimativa para Concluir (ETC) – Este indicador também denominado como “*Estimate to Complete*”, representa o valor financeiro necessário para que se conclua o Projeto, após o momento de estado.

$$ETC = EAC - AC$$

2.3.2.4 INDICADORES ADICIONAIS

Para além dos Indicadores de Estado, Desempenho e Previsão, existem outros indicadores que podem ajudar os gestores de Projeto a tomar decisões informadas.

- Índice de Desempenho de Recuperação de Custos (TCPI) – Também denominado como “*To-Complete Performance Index*”, este índice representa o desempenho para a conclusão do Projeto, isto é, orienta a equipa do Projeto e permite determinar qual o nível de eficiência (taxa) necessário a atingir de modo que seja alcançado o BAC ou o EAC.

$$TCPI_{BAC} = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$$

$$TCPI_{EAC} = \frac{BAC - EV}{EAC - AC}$$

- Varição Final dos Custos (VAC) – Também denominado como “*Variance at Completion*”, este índice permite determinar o desvio entre o custo orçamentado para a conclusão do Projeto (BAC) e o custo estimado para a conclusão do Projeto (EAC), podendo ser expresso também em percentagem. Desta forma, é possível constatar se o Projeto está acima ou abaixo do que foi inicialmente orçamentado.

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC(\%) = \frac{BAC}{EAC}$$

- Estimativa de Tempo na Conclusão (EACt) – Também denominado como “*Time Estimate at Completion*”, este índice representa a estimativa da duração total do Projeto. O cálculo é

simples, passando pela divisão da *Original Duration* (OD) pelo Índice de Desempenho do Prazo (SPI) (Figura 5).

$$EAC_T = \frac{OD}{SPI}$$

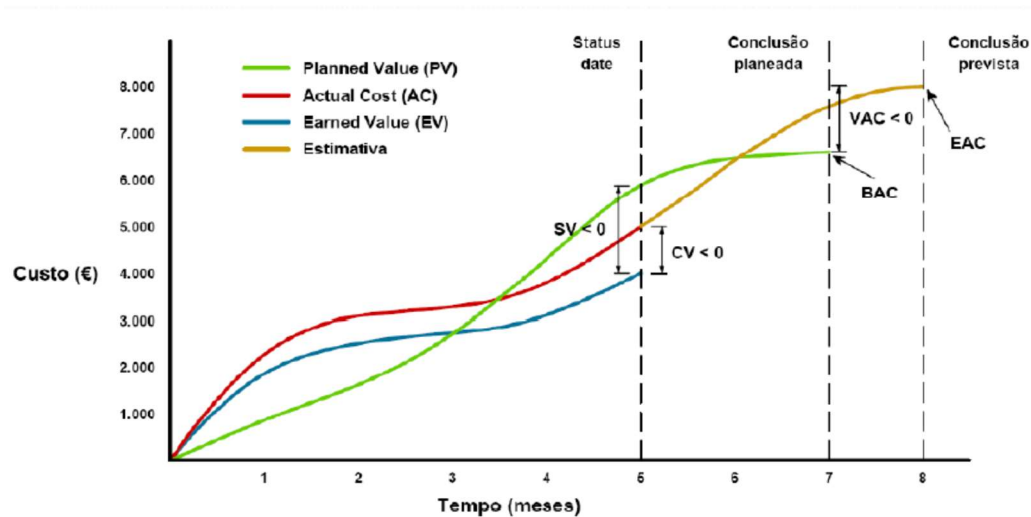


Figura 5 – Grandezas do Modelo EVM (Feio, Rui, 2007)

2.3.3 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS DE APOIO À GESTÃO DE PROJETOS

O modelo EVM, abordado anteriormente, é um possível método de controlo de Empreitadas, muito utilizado pelos gestores de Projeto.

No entanto, nos dias correntes, existem *softwares* que permitem facilitar esta análise, numa vertente mais tecnológica associada a uma maior rapidez e possibilitando possíveis alterações no decorrer do Projeto.

Os elementos a fornecer ao *software* são as atividades individualizadas pelos eventos antecessores e sucessores, bem como a respetiva duração destas atividades. O programa *MS Project* fornece todas as indicações relativas a tempos mais cedo e mais tarde dos eventos, data de início e conclusão das atividades e das respetivas folgas, e assinala as atividades críticas.

O *MS Project* é um dos *softwares* mais conhecidos, sendo uma aplicação da Microsoft para a gestão de Projetos, incluindo a gestão de Empreitadas. É baseado no modelo diagrama de rede, utiliza tabelas no processo de entrada de dados, permite o uso de Projetos intermédios, que é bastante útil em Projetos mais complexos e possui recursos para agrupar, filtrar e classificar as tarefas/atividades.

➤ **Vantagens do MS Project:**

Planeamento e Programação

- Permitir criar e visualizar cronogramas de Projetos com diagramas de Gantt, facilitando a visualização das atividades, das suas durações e das suas dependências.
- Oferecer a capacidade de definir calendários personalizados para diferentes fases do Projeto, permitindo também ajustar horários de trabalho específicos.

Gestão de Recursos

- Permitir a distribuição e gestão dos recursos como mão-de-obra, materiais e equipamentos, ajudando a evitar sobrecargas e eventuais conflitos.
- Ajudar a analisar a capacidade de recursos e a ajustar a distribuição para desta forma otimizar a utilização dos mesmos.

Controlo de Custos

- Facilitar a estimativa e o controlo dos custos do Projeto, permitindo o acompanhamento do orçamento previsto em relação aos custos reais.
- Suportar a Análise do Valor Ganho de forma a monitorizar o desempenho financeiro do Projeto.

Monitorização e Relatórios

- Oferecer uma variedade de relatórios predefinidos e a capacidade de criar relatórios personalizados para monitorizar o progresso do Projeto, os custos e o uso de recursos.
- Permitir definir linhas de base para comparar o progresso real do Projeto com o plano originalmente previsto.

Integração

- Permitir uma fácil integração com outras ferramentas da Microsoft, como o Excel, facilitando assim a partilha de dados entre diferentes programas e facilitando também o trabalho a quem o utiliza.

➤ **Limitações do MS Project:**

Custo

- MS Project é um software pago, e o custo das licenças pode ser uma limitação, especialmente para pequenas empresas ou Projetos com um orçamento limitado.

Complexidade

- O uso do MS Project pode ser complexo e pode exigir um tempo significativo de aprendizagem para novos utilizadores ou utilizadores menos experientes, tendo uma configuração inicial complexa.

Análise e Avaliação

- Embora ofereça algumas funcionalidades de análise e avaliação, pode não ser tão robusto quanto outras ferramentas dedicadas à análise e avaliação em tempo real.
- A versão desktop não permite facilmente o acesso simultâneo de múltiplos utilizadores sem a configuração de um servidor Project ou o uso da versão online (Project Online).

Flexibilidade

- Embora seja possível personalizá-lo, pode não ser tão flexível como outras ferramentas de gestão de Projetos específicas para construção, que podem ser mais adaptadas às necessidades particulares das empreitadas.

Dependência de Software

- Este é principalmente direcionado para utilizadores do Windows, embora existam opções online, sendo a versão desktop menos acessível para utilizadores de outras plataformas.

O MS *Project* é uma ferramenta muito poderosa para a gestão de grandes Projetos, oferecendo amplas funcionalidades de planeamento, controlo de custos e recursos, para além da possibilidade de elaborar relatórios detalhados. No entanto, o seu custo e elevada complexidade representam as maiores limitações do programa, podendo ser uma grande desvantagem para alguns utilizadores.

Desta forma, é fundamental o gestor do Projeto avaliar as necessidades específicas do Projeto, considerando as vantagens e limitações do *software* para assim determinar se efetivamente o MS Project é a ferramenta mais adequada para o planeamento e controlo do Projeto.

3. ENQUADRAMENTO

3.1 EMPRESA – DSTGROUP, BUILDING CULTURE

O dst group (Domingos da Silva Teixeira) é um grupo empresarial de Braga que detém na sua origem uma ligação à pedra e às pedreiras.

Fundado na década de 40, com uma gestão familiar desde os seus primórdios, tem como principal atividade a área da Engenharia e Construção, sendo esta atividade que lhe deu origem, e é considerado um dos grupos de maior referência a nível nacional e internacional.

Aliado ao forte empreendedorismo, inovação, ambição e consciencialização, o dst group tem um destaque intrínseco na sociedade, tendo uma necessidade constante de conciliar a Engenharia com a Cultura e de transmitir conhecimento a todos os seus colaboradores.

O ecossistema e a comunidade, segundo José Teixeira, CEO do grupo são a prioridade, afirmando que “Não somos de enriquecer, mas somos de criar riqueza”.

Com o decorrer dos anos, atendendo às necessidades, exigências do mercado e da visão dos seus responsáveis, o dst group alargou a sua atividade para áreas de negócio sinérgicas com a sua atividade central, nomeadamente Ambiente, Energias Renováveis, Telecomunicações, Real Estate e Ventures, somando competências nas suas diversas empresas, o que lhe permite atuar de forma complementar, obtendo novas oportunidades de negócio para a sua atividade.

O grupo é constituído por 53 empresas, nos diferentes setores de negócio e tem mais de 3000 trabalhadores. De salientar a vertente cultural que está presente na política da empresa, o que se reflete de forma mais visível na assinatura de *building culture*.

Como anteriormente exposto, o dst group alargou a sua atividade em diferentes setores, o que permite uma maior independência em Projetos dada a possibilidade de integrar diferentes empresas do grupo, para desempenhar diferentes atividades do Projeto (Figura 6).



Figura 6 – Logótipo do Grupo (Site Oficial, DST)

Destaque de empresas do setor de Engenharia e Construção:

- dst – Engenharia e Construção;
- bysteel – Construção Metálica;
- dte – Instalações Especiais;
- tmodular – Obras em Madeira (Carpintarias e Mobiliário);
- tgeotecnia – Geotecnia e Fundações Especiais;
- tagregados – Produção e Comercialização de Agregados (Explosivos);
- tbetuminoso – Produção de Betão Betuminoso (Âmbito das Vias de Comunicação);
- tbetão – Produção de Betão (Diversas Classes);
- tlaboratório – Laboratório de Materiais de Construção (Ensaio e Estudos);
- dsttrainrail – Construção e Manutenção de Via-Férrea (Infraestruturas Ferroviárias);
- WAY2B, ACE – Projetos Nacionais e Internacionais (Execução, Coordenação e Gestão de obras públicas e particulares);
- dstangola – Engenharia e Construção (Internacional);
- dstmoçambique – Engenharia e Construção (Internacional);
- UGR – Unidade de Gestão de Resíduos (Inertes e Betuminosos).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

Na presente dissertação, a empreitada em epígrafe é referente a um empreendimento habitacional privado, localizada na Rua Doutor Albino Aroso, Maia, Porto.

A obra em questão subdivide-se em 2 fases distintas. Numa primeira fase inclui a construção do loteamento e de 3 edifícios (H1, H3a e H3b). Numa segunda fase, adjudicada posteriormente, inclui a construção de mais 3 edifícios (H2, H4a e H4b), fase que não vai ser incluída na dissertação, mencionando-se a sua existência por meio de curiosidade e por compatibilidade de eventuais imagens referentes à obra no seu todo.

A presente dissertação, incide apenas na primeira fase, que foi adjudicada no dia 02/10/2023.

- Dono de obra (DO) – Taga Urbanic
- Empreiteiro (E) – DST, Engenharia e Construção
- Fiscalização (F) - Ortogonal

A Consignação / Início dos Trabalhos surge no dia 16/10/2023, com a consequente aprovação da

ocupação da via pública (OVP), pois tratando-se de uma obra com necessidade de ocupação da via pública é crucial esta aprovação para que se iniciem os trabalhos em conformidade.

Posto isto, o prazo de execução definido foi de 24 meses, contados da data de Consignação em dias de Calendário, isto é, a obra tem uma duração de 523 dias úteis e de 731 dias de calendário.

- Início da Obra – 16/10/2023
- Conclusão da Obra – 15/10/2025

O valor global total da adjudicação é de 22.900.000,00€, sendo a empreitada associada a um regime por preço global.

- Loteamento – 2.647.203,98€
- Edifício H1 – 9.993.641,93€
- Edifício H3 (H3a e H3b) – 10.259.154,09€

A obra, conhecida por “Verde Vale”, na perspetiva do Dono de Obra e do Promotor, também toma a designação de “TUMAIA” numa perspetiva do Empreiteiro, sendo esta a designação que consta no caso de estudo adiante.

A construção de habitação envolve uma grande diversidade de atividades e, consequentemente, de equipas de diferentes especialidades em obra, o que aumenta a necessidade de um bom planeamento, monitorização e controlo, durante as diferentes fases do Projeto.

A obra, como anteriormente referido, é constituída por três partes distintas, cujos trabalhos se vão desenvolvendo paralelamente consoante o previsto no PT (Anexo 1).

Iniciando-se pelo Edifício H1, que é o Edifício que vai ter destaque no desenvolvimento da presente dissertação, este é constituído por 2 caves (piso -2, piso -1) e por 7 pisos elevados (piso 1 ao piso 7). Tem na sua constituição duas caixas de escadas e quatro núcleos de elevadores (Anexo 2).

Os Edifícios H3a e H3b, são constituídos por 7 pisos elevados, estando ligados entre si somente pelas caves (piso -2 e piso -1). Quer o Edifício H3a, quer o H3b têm na sua constituição uma caixa de escadas e dois núcleos de elevadores.

O Loteamento pode dividir-se, de forma geral, em duas grandes partes, uma associada à Área de Cedência ao Domínio Público e outra associada à zona de Portaria, cuja sua exequibilidade vai depender se o empreendimento assume a designação de empreendimento privado (Figura 7).

Destaque ainda para a Parcela A, que corresponde a um pequeno edifício com 1 piso térreo e com

cobertura acessível, que se destina a servir de auxílio à zona da piscina, tendo na sua constituição balneários, um ginásio, sala de reuniões, copa e uma sala *coworking*.



Figura 7 – Obra TUMAIA - Edifício H1, H3a, H3b (Foto c/ Drone. Fiscalização, 20.05.2024)

4 ABORDAGEM DO CASO DE ESTUDO EM OBRA

4.1 RESPONSABILIDADES DA EMPRESA EM OBRA

Inserida no setor de Engenharia e Construção, a empresa dst s.a., surge como Empreiteiro Geral da Obra em análise.

A abordagem à Gestão e Direção de uma Obra é um tema muito abrangente e com alguma complexidade, dado ser uma atividade que envolve um elevado número de diversos recursos, sendo estes um somatório de pessoas, serviços e bens indispensáveis para a realização de uma determinada empreitada (Meira, 2012).

Quando se está perante uma boa gestão de obra, tem de existir inevitavelmente um bom Diretor da mesma. O Diretor de Obra é a pessoa que para além dos vastos e sólidos conhecimentos técnicos, consegue conduzir a sua equipa, desde colegas de Direção de Obra a Encarregados, a atingir e cumprir os objetivos, sem necessidade de autoritarismo. Deve apresentar competências a outros níveis, nomeadamente, capacidade de resolução de problemas, interpretação direta e precisa, intuição, saber observar, perspicácia, não se deixar afetar pelo medo e pressão, humildade e espírito de justiça.

O Diretor de Obra deve ter presente um conjunto de conceitos, prevalecendo o de que dirigir alguém não consiste apenas em dar ordens, mas sim saber ensinar, motivar e organizar a equipa por forma a tirar o melhor proveito da mesma, para uma boa realização dos trabalhos a efetuar, zelando pela segurança de todos os seus trabalhadores.

Compete-lhe ainda dirigir a obra em todos os aspetos técnicos, económicos e administrativos. Ficando o responsável pelo cumprimento de todas as cláusulas do contrato, de todas as peças do Projeto (Peças Escritas e Desenhadas) e caderno de encargos.

Quer a função de gestão, quer a de direção, não podem ser totalmente estanques, pois a primeira prepara a segunda, que, por sua vez, retifica a anterior (Meira, 2012).

O Gestor e o Diretor de Obra são colocados num ciclo operacional de otimização de recursos e eficiências. Deste modo, faz-se uma síntese da envolvente interativa do controlo da obra, em termos da produção, do enquadramento temporal, do garantir da qualidade, do cumprimento dos princípios de higiene e segurança no trabalho e da gestão económica e financeira do Projeto (Meira, 2012).

O PMBOK divide o Ciclo de Vida dos Projetos em fases, pelas quais o Projeto tem de passar desde que é iniciado até que o resultado está pronto para ser entregue. Na fase de inicial, insere-se a subfase de conceção do projeto, concurso, adjudicação e consignação da obra.

A subfase de conceção é aquela que engloba a realização dos projetos de arquitetura e os projetos das

diversas especialidades. Caso estes cumpram as normas exigidas é atribuída a licença camarária de construção.

Segue-se a subfase de concurso, que consiste num conjunto de tarefas necessárias para escolha dos empreiteiros que irão executar a obra. Uma vez apresentadas as propostas, o dono da obra escolhe a proposta mais vantajosa procedendo então à assinatura do contrato. Esta subfase designa-se por adjudicação.

A subfase de consignação é quando o Dono da Obra faculta ao Empreiteiro adjudicatário o local e todos os elementos complementares dos projetos necessários para a execução da obra, podendo esta ser uma consignação total ou parcial (artigo 358º, do CCP).

Nos termos do Código dos Contratos Públicos (CCP), o artigo 362º, refere que, o prazo de execução da obra começa a contar-se da data da conclusão da consignação total ou da primeira consignação parcial ou ainda da data em que o dono da obra comunique ao empreiteiro a aprovação do plano de segurança e saúde, nos termos previstos na lei, caso esta última data seja posterior.

Após assinatura do auto de consignação, inicia-se a fase de execução. Nesta fase, procede-se inicialmente à preparação do Estaleiro para de seguida se iniciarem os trabalhos de acordo com o previsto no PT.

A última fase de Projeto corresponde ao encerramento, ou fase de utilização, onde se insere a subfase de receção. Nesta fase realiza-se uma vistoria final com o acompanhamento do Empreiteiro. Para o caso de não existirem inconformidades, face às obrigações contratuais e legais, é elaborado um auto de receção provisório.

Decorrido o prazo de garantia, normalmente com a duração de 5 anos, realizar-se-á uma nova vistoria e, caso não existam inconformidades, elabora-se o auto de receção definitiva. Para o caso de existirem inconformidades relativas às obrigações contratuais e legais do Empreiteiro elabora-se o auto de não receção, no qual o Empreiteiro é obrigado a fazer as respetivas reparações no prazo estabelecido para o efeito, e após o qual se efetuará nova vistoria (Meira, 2012).

As tarefas do Diretor de Obra são divididas pela sua recorrência no tempo, isto é, existem tarefas diárias, semanais e mensais que este tem de executar.

Tarefas com periodicidade Diária:

- Verificar a adequação dos meios de Produção em obra (Mão de Obra, Equipamentos, Subempreiteiros) para os trabalhos a decorrer;
- Detetar atempadamente, a inexistência de elementos de Projeto, em especial no capítulo dos

pormenores de modo a não haver interrupções dos trabalhos por indefinições;

- Detetar a existência de trabalhos a mais (TM) a reclamar ao Dono da obra, para contabilização dos seus valores e posterior faturação;
- Anotar eventuais atrasos por causas próprias, nomeadamente por falta de materiais ou fraco planeamento;
- Anotar eventuais atrasos por causa alheia, nomeadamente por indefinições do Dono de Obra, por eventuais trabalhos a mais ou por falta de licenças.

Tarefas com periodicidade Semanal:

- Analisar as diferenças entre valores obtidos para os custos de produção e o orçamento previsto;
- Ajustar as encomendas de materiais às alterações do projeto e eventuais desvios surgidos em fase de obra;
- Verificar os meios, pessoal e desempenho dos subempreiteiros na realização dos trabalhos e no cumprimento das regras a nível técnico e de segurança;
- Analisar as prestações dos fornecedores com responsabilidades na manutenção de stocks e encomendas;
- Controlar a entrada de subempreiteiros em obra, efetuando contactos e adjudicações por antecipação;
- Controlar a receção de materiais, guias de transporte e possíveis devoluções em obra;

Tarefas com periodicidade Mensal:

- Controlar os gastos associados à manutenção do estaleiro;
- Controlar os materiais adquiridos e consumidos em obra;
- Controlar a mão de obra por forma a implementar uma eventual redução ou aumento desta, para atingir o rendimento esperado de maneira a cumprir o planeamento;
- Controlar a faturação das subempreitadas de acordo com o trabalho executado no mês;
- Controlar o aluguer de equipamentos, procedendo a trocas e dispensas de equipamento;
- Elaborar o auto de medição das quantidades realizadas no decorrer do mês;
- Elaborar o auto de trabalhos a mais (TM) realizados no decorrer do mês;
- Implementar ações de formação e sensibilização para os trabalhadores de forma a atingir um trabalho de qualidade privilegiando a segurança e o ambiente.

Apresentadas as diferentes fases do Projeto e a descrição das funções e responsabilidades da Empresa em Obra, associadas à Direção de Obra, procede-se a uma apresentação da estrutura existente e das dependências hierárquicas existentes na empreitada, com uma maior pormenorização referente à entidade executante (Figura 8).

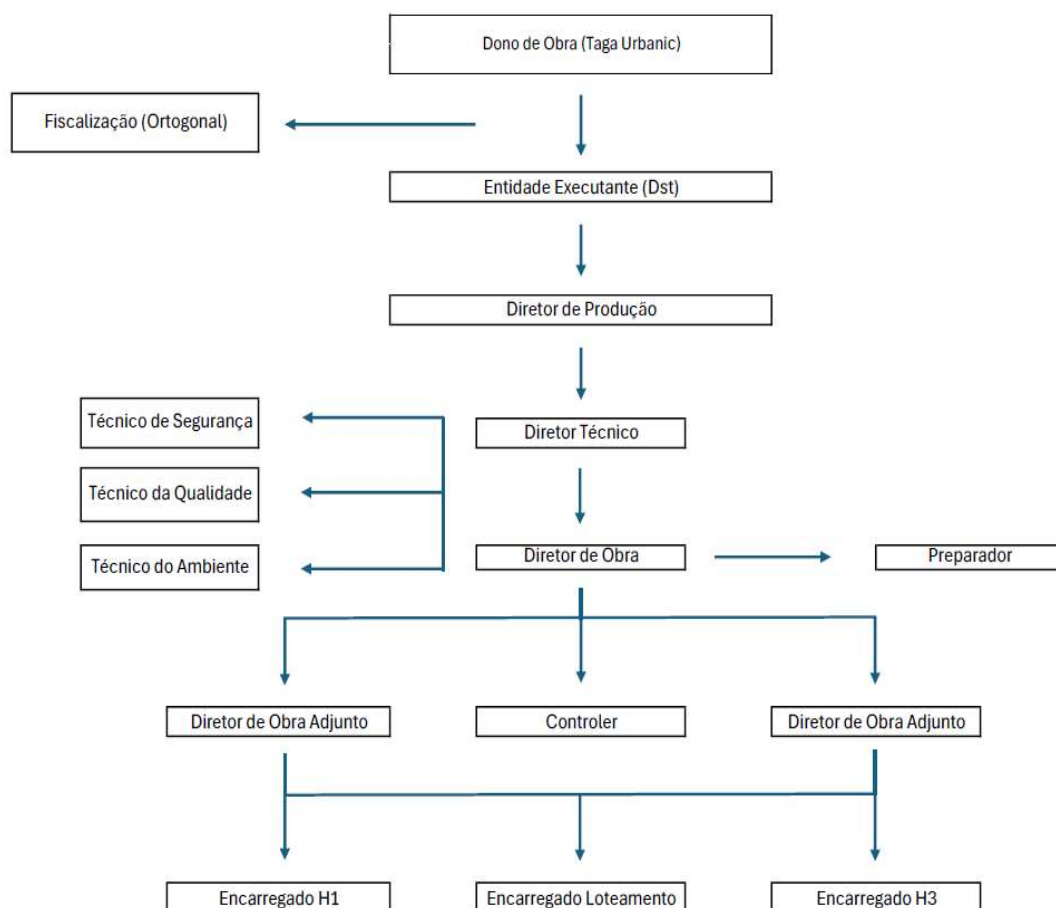


Figura 8 – Fluxograma Funcional da Empreitada (Ribeiro, Carolina, 2024)

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO EM ANÁLISE

Neste subcapítulo pretende-se descrever todo o processo da obra referente à execução da estrutura em betão armado da empreitada TUMAIA, mais concretamente do Edifício H1, uma vez que é sobre este processo que vai ser aplicada a metodologia EVM, onde posteriormente se vão analisar e avaliar os dados recolhidos e retirar conclusões sobre a empreitada na sua fase de execução comparativamente com o que foi inicialmente previsto, quer a nível de custos, quer a nível de prazos.

O processo de execução da estrutura de betão armado é um dos principais processos desta empreitada, uma vez que diz respeito à parte estrutural do edifício H1. Este inicia-se, logo após a fase de terraplanagens, isto é, fase de desmatação, escavação e aterro que serve de preparação do terreno, nivelando-o e colocando-o à cota de fundação pretendida e discriminada em elementos do projeto de estruturas, mais especificamente na planta de fundações do edifício e dos respetivos cortes e pormenores (Anexo 2).

Esta fase integra um conjunto de conceitos, que podem ser variáveis consoante os elementos estruturais.

➤ **Conceitos Base do Processo de Betão Armado**

- Armadura (Varão e Malha);
- Cofragem / Descofragem;
- Betão (Limpeza e Estrutural);

O cálculo estrutural é elaborado tendo em consideração várias variáveis, mas sempre com o pressuposto que à medida que o edifício “cresce”, vai-se aliviando a sua estrutura, pois este está sujeito a cargas cada vez menores.

Esta verificação é facilmente perceptível através da redução da dimensão de alguns elementos estruturais e/ou por redução da quantidade de armadura dos elementos, quer seja por aumento do espaçamento entre varões, quer seja por redução do diâmetro dos varões.

Em relação ao betão, este diverge consoante o elemento a ser betonado, podendo esta divergência estar associada a diferentes razões (Tabela 3).

Em síntese, neste processo é crucial perceber se o elemento a ser betonado corresponde a um elemento estrutural que está em contacto com o terreno, pois se isto se verificar, este deve ter na sua composição um aditivo hidrófugo. O aditivo hidrófugo é um componente que é incorporado no betão com o objetivo de torná-lo impermeável. Por este motivo e por se tratar de um sistema rígido, o betão com incorporação do aditivo hidrófugo é muito utilizado em elementos enterrados, onde existe uma grande probabilidade de estes estarem em contacto com a água.

De acrescentar, que as sapatas isoladas são betonadas contra o terreno, não se verificando o mesmo método para as sapatas contínuas. Numa perspetiva de minimização de custos e de boas práticas de construção, a betonagem deste elemento estrutural é iniciada com aplicação de betão de limpeza, normalmente com uma camada de espessura igual a 0,10m, procedendo-se de seguida à aplicação do betão estrutural referenciado no projeto.

Tabela 3 – Betão aplicado nos elementos estruturais na obra TUMAIA

ELEMENTO ESTRUTURAL		BETÃO APLICADO
Contacto c/ o terreno (Fundações / Pisos Enterrados)	Sapatas	C16/20 S3 X0 CL0,4 D20 C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20, c/ aditivo hidrófugo
	Lintéis	C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20, c/ aditivo hidrófugo
	Muros de Suporte e Pilares	C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20, c/ aditivo hidrófugo
	Lajes, inclui (CE)	C30/37 S4 XC2(P) CL0,4 D14
	Vigas	C30/37 S4 XC2(P) CL0,4 D14
Sem contacto c/ o terreno (Pisos elevados)	Caixa de escadas (CE)	C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20
	Núcleo de elevadores	C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20
	Muros e Pilares	C30/37 S3 XC2(P) CL0,4 D20

O betão de limpeza é um tipo de betão sem qualquer tipo de função estrutural, tendo na sua composição pouco cimento e pouca água, mas bastante brita. É aplicado com o intuito de regularização e proteção das superfícies que posteriormente recebem a respetiva armadura e o betão estrutural. Seguidamente, no subcapítulo 4.3. referente ao Controlo da Qualidade, explica-se de forma pormenorizada a composição do betão. Assim, é possível entender claramente o motivo de existirem diferentes características de betão em diferentes elementos estruturais do edifício H1.

➤ **Acompanhamento do Processo de Betão Armado do edifício H1**

1. Fundações (Piso -2) Edifício H1 (Figuras 9 a 11)



Figura 9 – Nivelamento, Marcações e Abertura de Caboucos (Ribeiro, Carolina, 2023)



Figura 10 – Colocação de Armadura e Cofragem (Ribeiro, Carolina, 2023)



Figura 11 – Betonagem com bombagem da sapata contínua (Ribeiro, Carolina, 2023)

2. Piso -1 Edifício H1 (Figuras 12 a 14)



Figura 12 – Assoalhamento da Laje (Ribeiro, Carolina, 2024)

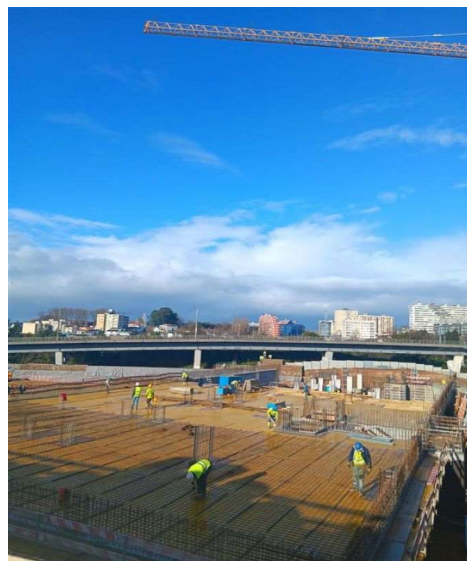


Figura 13 – Colocação da Armadura (Ribeiro, Carolina, 2024)



Figura 14 – Betonagem da Laje (Ribeiro, Carolina, 2024)

3. Pisos elevados (Piso 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e Cobertura) (Figura 15)



Figura 15 – Estrutura em Betão Armado do Edifício H1 (c/ Drone, Ficalização, 2024)

4.3 CONTROLO DE QUALIDADE

O controlo da qualidade efetuado na perspetiva do empreiteiro, no processo de betão armado, preside essencialmente ao nível do controlo de conformidades / não conformidades que têm como objetivo comprovar a conformidade dos trabalhos que são executados, recorrendo a ensaios quer ao nível do aço, quer ao nível do betão.

Importa referir que este controlo tem de ser feito de forma regular e é de inteira responsabilidade do empreiteiro, sendo que este tem o auxílio da equipa de fiscalização que garante que as exigências e expectativas do Dono de Obra são cumpridas de forma exímia.

No que diz respeito ao aço, os ensaios realizados são feitos a cada 50 toneladas fornecidas à obra, por fabricante. Isto, significa que numa empreitada com grande volume de aço, como se verifica no caso de estudo, podem existir diferentes fabricantes, logo é importante que os ensaios sejam feitos de 50 em 50 toneladas para o respetivo fabricante de forma a controlar a conformidade do mesmo.

Relativamente ao betão, a empreitada recorre a um fornecimento de betão pronto, sendo o meio mais eficaz e eficiente de produzir e fornecer betão com as propriedades e os requisitos pretendidos em Projeto, acabando por ser uma opção tecnicamente recomendável.

Em obra, procede-se à realização de Ensaio *Slump*, que se realizam por cada camião de fornecimento de betão pronto, para verificar a consistência do betão, isto é, quanto maior a consistência do betão menor a classe de abaixamento e por sua vez, menor fluidez.

Esta consistência pode variar consoante o elemento estrutural a betonar, servindo a presente empreitada de exemplo, pois após análise aos fornecimentos da obra e tendo em conta que o transporte de betão da central para a obra demorava nunca menos de 45 minutos, acrescentando a este fator os

tempos de receção e descarga do betão foi pedida alteração das classes de consistência do betão a aplicar em obra da classe S3 para S4.

Esta alteração visa apenas melhorar a velocidade de aplicação do betão e, facilitar a compactação e consequente melhoria do envolvimento das armaduras de reforço dos elementos a betonar, bem como, todas as operações de transporte e bombagem.

Posto isto, tratando-se de uma obra de classe de execução 2, é feita uma amostra a cada 75m³ de betão, com o mínimo de uma amostra por dia de betonagem onde posteriormente são executados dois ensaios, aos sete dias realizados pelo fabricante e aos vinte e oito dias realizados por um laboratório externo acreditado, sendo que ambos resultam da recolha de amostras em obra de provetes (cubos) que posteriormente são analisados com o intuito de perceber se efetivamente o betão cumpre a classe de resistência à compressão, quer aos sete dias, quer aos vinte e oito dias. Nesta obra a classe de resistência é de C30/37 para todos os elementos estruturais.

De forma a seguir as boas práticas de construção seguem-se as recomendações da APEB com base normativa (NP EN 206 + NP EN 13670) – (Figura 16) relativamente a execução de estruturas em obra, sendo que a alteração apenas se cinge à classe de consistência, mantendo as classes definidas quer de resistência, quer de durabilidade (exposição ambiental), sendo esta alteração benéfica para uma melhor execução dos trabalhos de aplicação da empreitada.

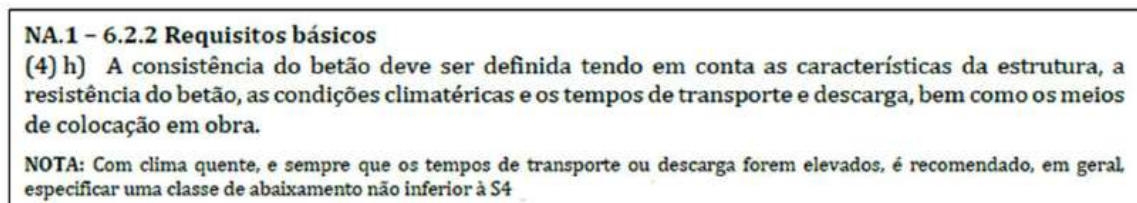


Figura 16 – Documento Normativo (NP EN 206)

A especificação do betão aplicado nas estruturas é da inteira responsabilidade da equipa de projeto, tanto como a realização do projeto de estabilidade, conforme disposto no Decreto-Lei n.º 90/2021.

O betão deve ser especificado em conformidade com a NP EN 206, devendo incluir no mínimo os seguintes requisitos:

- Classe de resistência à compressão;
- Classes de exposição ambiental;
- Classe de consistência;
- Limites da máxima dimensão do agregado (D_{inf} e D_{sup});
- Classe de teor de cloretos.

4.4 CONTROLO DE CUSTOS

A gestão de custos divide-se de uma forma sucinta em três momentos distintos, sendo eles: Orçamentação, Reorçamentação e Atualização Mensal dos Custos.

Numa fase inicial, antes da adjudicação da obra, é elaborada uma proposta comercial da empreitada, onde se procede a uma análise do Caderno de Encargos e de todos os elementos contemplados no Processo de Concurso, desde as peças desenhadas ao Mapa de Quantidades e Trabalhos do projeto e se entrega ao Dono de Obra.

Nesta fase, através da quantificação dos custos diretos e da margem de lucro definida pela empresa, determina-se o preço de venda da empreitada. Segundo a métrica da empresa, os custos diretos são estipulados com base em tabelas de preços unitários para cada respetiva atividade, através de consultas a subempreiteiros e com base em adjudicações anteriores.

O custo dos materiais e eventuais subempreitadas é definido através de consultas no mercado, executadas pelo departamento de compras, que com base na experiência e contactos consulta diretamente as empresas que considera mais adequadas ao trabalho a executar. Seguidamente, recorrendo ao Microsoft Excel, elaboram-se mapas comparativos com as várias propostas apresentadas, de forma a escolher a proposta mais vantajosa.

Depois da adjudicação da obra, procede-se ao reorçamento dos custos esperados de cada elemento da obra. A reorçamentação baseia-se numa atualização dos preços unitários de cada trabalho apresentado no orçamento inicial, tendo em conta os custos reais previstos gastar em mão-de-obra e materiais. Este procedimento é importante, uma vez que, as variações dos preços no mercado não são estanques, podendo estar suscetíveis a alterações de preço na data de estado. Para além disto, pode haver alterações ao nível das medições iniciais, podendo gerar trabalhos a mais e/ou trabalhos a menos, sendo importante fazer esta retificação (Figura 17).

Nesta segunda fase do processo, a obra é associada um centro de custos no sistema informático SAP da empresa. Este acontecimento permite associar todos os movimentos financeiros da obra numa única conta, individualizando assim os custos e proveitos da obra em execução e permitindo um controlo transversal a todos os elementos responsáveis da empresa, para além da equipa de Direção de Obra.

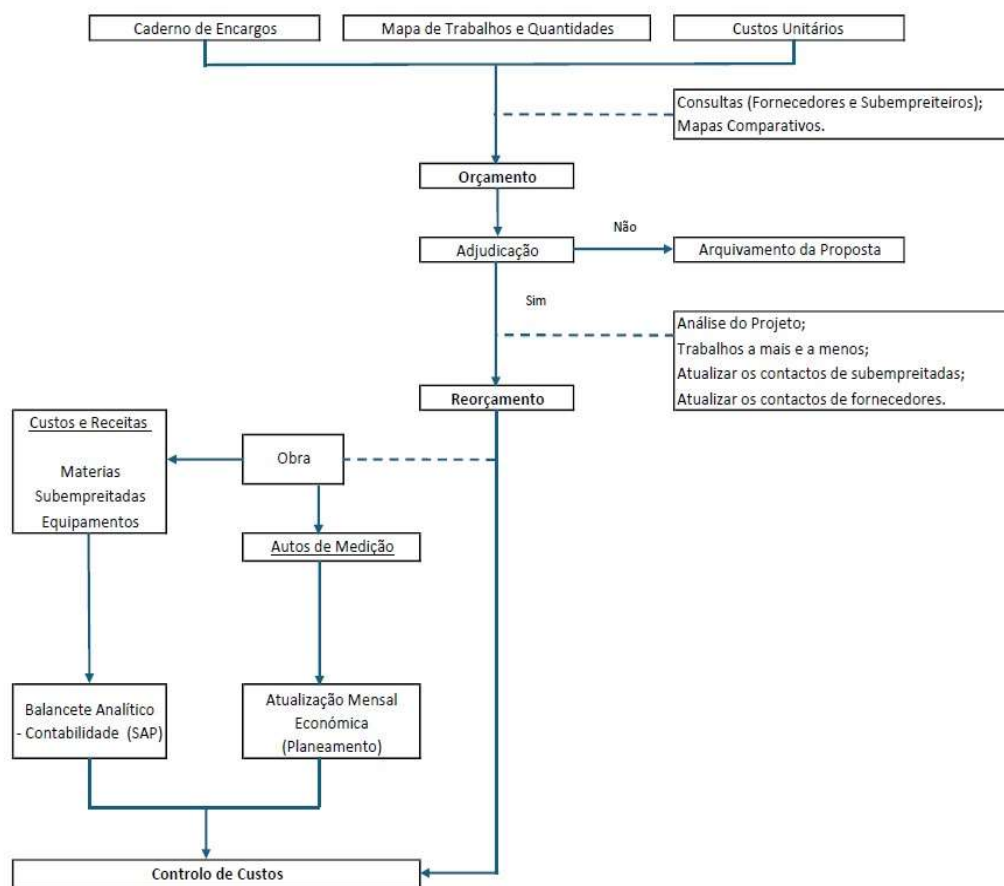


Figura 17 – Fluxograma de Gestão de Custos (Ribeiro, Carolina, 2024)

Numa última fase, já em ambiente de obra, procede-se ao controlo de custos onde incide grande parte da atenção e preocupação do empreiteiro. O procedimento dos autos e faturação mensal dos trabalhos (Tabela 4), tem por objetivo realizar um acompanhamento dos custos ocorridos ao longo da obra, por forma a compará-los com o valor de orçamento disponível a gastar. Significa, assim, que mensalmente é feito pelo responsável (Equipa de Direção de Obra), um levantamento de todos os custos dispensados até à data de estado, desde equipamentos, mão de obra e materiais, acrescentando as receitas da obra (trabalhos faturados), onde posteriormente são analisados os desvios e é feita uma atualização mensal dos custos (planeamento).

Tabela 4 - Cronograma Financeiro / Faturação dos meses de Betão Armado do Edifício H1

Mês	Edifício H1				
	Cronograma Financeiro		Faturação		Desvio
	Mensal	Acumulado	Mensal	Acumulado	
out/23					
nov/23					
dez/23	120.923,23 €	120.923,23 €	234.951,82 €	234.951,82 €	114.028,59 €
jan/24	398.601,97 €	519.525,20 €	464.841,43 €	699.793,25 €	180.268,05 €
fev/24	328.098,35 €	847.623,55 €	502.028,03 €	1.201.821,28 €	354.197,73 €
mar/24	375.247,01 €	1.222.870,56 €	483.723,22 €	1.685.544,50 €	462.673,94 €
abr/24	409.730,21 €	1.632.600,77 €	566.931,33 €	2.252.475,83 €	619.875,06 €

4.5 CONTROLO DE PRAZOS

A realização do plano de trabalhos (PT), para qualquer obra, é um momento crucial, pois quando bem elaborado a obra tende a cumprir o prazo a que se propõe, não havendo risco de eventuais atrasos e consequentemente, risco de pagamentos avultados em multas.

O PT é realizado com base no mapa de trabalhos e quantidades (MTQ), no caderno de encargos, nas peças desenhadas e no planeamento geral do dono de obra (DO) com referência das datas chave. O *Microsoft Office Project*, é uma ferramenta utilizada com o principal intuito de gerir o Projeto ao nível do planeamento pormenorizado das atividades, onde são definidas as precedências e durações das atividades.

Em fase de obra, a empresa adota uma metodologia inserida no *Last Planner System*, que visa introduzir planeamentos operacionais de curto e médio prazo, contrariamente ao sistema tradicional de construção, onde se elabora um único cronograma com uma visão a longo prazo e excessivamente detalhado.

A adoção da metodologia Lean, através dos “Mapas Kaizen”, tem como principal objetivo aumentar o desempenho do processo de planeamento e controlo da produção, onde é feito um controlo diário com base no registo dos trabalhos efetuados, disponibilidade de recursos e datas de entrega. Por forma a torná-lo atualizado às atividades efetivamente realizadas, é feita uma reunião semanal com a equipa de direção de obra e todos os encarregados e eventuais subempreiteiros, onde são delineados os trabalhos para a semana, por forma a motivar todos os intervenientes a atingir as metas a que se propõem e a envolver todas as equipas na obra.

Para além da análise e controlo que são feitos internamente pela empresa, estes planeamentos são discutidos de forma regular em reuniões de obra, juntamente com a fiscalização e dono de obra, por

forma a perceber e comparar o planeamento e orçamento iniciais da obra, em relação à situação atual dos trabalhos. Desta forma, faz-se o registo em relatório de todo o trabalho efetuado e eventuais trabalhos a mais, se for o caso, e prevê-se o trabalho a realizar nas semanas seguintes.

O controlo de prazos não está ligado ao controlo de custos, pois este é realizado num programa díspar, onde o diretor de obra, através do planeamento realizado no *Microsoft Project*, compara os valores provenientes dos autos de medição mensais, com os valores planeados e conclui se a obra se encontra dentro ou fora do prazo previsto.

Em suma, por forma a cumprir os prazos definidos, destacam-se as principais ações de controlo:

- Avaliar a execução do plano de trabalhos;
- Analisar e controlar o plano de trabalhos;
- Identificar e controlar as atividades críticas para os trabalhos da empreitada;
- Realizar os autos de medição mensais dos trabalhos executados;
- Identificar os possíveis atrasos nos trabalhos em relação ao planeado;
- Implementar as ações corretivas, se necessário, para os trabalhos atrasados.

5 ANÁLISE CRÍTICA EVM

5.1 ANÁLISE EVM

A metodologia *Earned Value Management* é implementada com o intuito de quantificar o progresso da empreitada, ao nível do controlo de custos e prazos.

A aplicação desta metodologia pretende analisar e validar os dados obtidos, verificando a veracidade da informação dos relatórios de progresso da obra.

De forma a acompanhar a atividade de betão armado do edifício H1, foram selecionadas cinco datas de estado, referentes aos meses de dezembro 2023, janeiro, fevereiro, março e abril de 2024.

O primeiro auto do edifício H1 realizou-se em dezembro 2023, tendo sido feito em abril o último auto do edifício com trabalhos da atividade de betão armado, pois em abril todos esses trabalhos do edifício H1 ficaram integralmente concluídos, com uma pequena exceção do pavimento térreo. Este será executado posteriormente, no mesmo momento do pavimento térreo do edifício H3, por forma a minimizar custos e reduzir a mobilização de recursos.

Importa salientar, que, o cronograma financeiro apresentado, refere-se somente às atividades previstas para o edifício H1, de modo a tornar a análise de dados mais perceptível e a retirar conclusões mais próximas da realidade.

Na determinação dos custos reais das atividades previstas no MTQ, assumiu-se uma variação de custos, considerando a reformulação mensal de preços referente ao fornecimento de betão, aço e à subempreitada associada a um pagamento por medição dos trabalhos executados.

Acrescenta-se ainda que, sendo o prazo de execução previsto da obra de 24 meses e sendo este considerado um prazo bastante otimista pelo empreiteiro, acordou-se com o subempreiteiro responsável por todos os trabalhos da atividade de betão armado, incluir novos recursos e recorrer a horas extraordinárias, quando necessário, na tentativa de diminuir a duração prevista, de 7 meses para 5 meses, criando desta forma uma folga para as atividades que se iniciam a seguir ao nível das diversas especialidades.

Com o intuito de motivar a redução de prazo, acordou-se a atribuição de um prémio de produtividade no valor de 15.000,00 euros se a atividade fosse concluída em 5 meses, a favor do respetivo subempreiteiro, para além do contratualmente previsto. Tal prémio será contabilizado nos custos reais referentes ao último mês de betão armado do edifício H1.

Seguidamente expõem-se os resultados obtidos através da metodologia do EVM, com os respetivos

valores mensais e valores acumulados, para os meses em análise (Tabela 5 a 12).

O primeiro controlo (C1) serviu para retirar valores referentes ao andamento geral da empreitada, uma vez que, só poderá ser analisado o resultado acumulado.

Através dos dados fornecidos (Tabela 5 e 6), observa-se que a empreitada no que diz respeito ao prazo, se encontra adiantada ($SV > 0$) e acima do orçamento ($CV < 0$), representando o estado real dos trabalhos planeados. A variação do prazo explica-se com a antecipação da data de início dos trabalhos planeados, pois como os trabalhos executados são superiores aos previstos, é natural que a empreitada apresente um desvio positivo de 94,30% relativamente ao expectável.

A nível de custos, a empreitada apresenta um desvio negativo de 22,55%, sendo explicado pelo diferencial das quantidades previstas no MTQ despendido em betão nos elementos estruturais betonados à data de estado. Este diferencial de quantidades é explicado, ao nível do betão, pelo facto de os elementos serem betonados por bombagem e por vezes, no caso das sapatas isoladas, contra o terreno. Posto isto, existe um aumento significado de quantidades associadas ao desperdício das betonagens e à aplicação de betão ciclópico numa zona pontual, uma vez que a tensão admissível do solo não estava de acordo com o pretendido em Projeto, sendo necessário proceder a uma escavação com maior profundidade de forma a atingir a tensão admissível pretendida.

Tabela 5 – Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de dezembro

	Dezembro						
	Indicadores Base			Indicadores de Estado (Desvios)			
	Planeado (PV)	Valor Ganho (EV)	Custo Real (AC)	SV (Prazo)	%	CV (Custo)	%
C1	120.923,23 €	234.951,82 €	303.352,66 €	114.028,59 €	94,30%	-68.400,84 €	-22,55%
Acumulado	120.923,23 €	234.951,82 €	303.352,66 €	114.028,59 €	94,30%	-68.400,84 €	-22,55%

Tabela 6 – Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de dezembro

	Dezembro				
	Indicadores de Desempenho		Indicadores de Previsão		
	SPI (Prazo)	CPI (Custo)	Orçamento (BAC)	Estimativa Custo Final (EAC)	Por Investir (ETC)
C1	1,94	0,77	9.993.641,93 €	6.788.129,54 €	6.484.776,88 €
Acumulado	1,94	0,77			

No segundo controlo (C2), verifica-se uma diminuição da produtividade das equipas de trabalho, no entanto, conseguiram manter os trabalhos adiantados em relação ao planeado, refletindo-se novamente no indicador de estado (SV > 0) e no indicador de desempenho (SPI > 1) (Tabela 7 e 8).

Como mostram os dados (Tabela 7), a empreitada continua adiantada em relação ao previsto no PT, porém é perceptível a perda de produtividade das equipas referente ao mês passado de 94,30% para 34,70%. Esta diminuição, pode ser explicada pela época festiva que marca o final do mês de dezembro e início do mês de janeiro, conjugada com as condições meteorológicas adversas.

A acompanhar esta variação de prazo, surge a variação de custos que se mantêm acima do orçamento. Isto verifica-se, pois, a empreitada está associada a um custo real que depende da quantidade fornecida de betão (m³), aço (kg) e dos trabalhos realizados pelo subempreiteiro, que são quantificados por medição: betão aplicado, armadura executada e material de cofragem disponibilizado e aplicado.

Para além do desperdício associado à aplicação do betão através do método de bombagem, o custo real passa por um aumento relativo à reformulação de preços verificada no início do ano, associada ao aço (varão e malha). Acrescenta-se ainda, que de forma a encurtar o prazo, decidiu-se substituir a amadura das lajes maciças, de aço em varão para malha. Também a subempreitada interfere nesta variação do custo real, pois foi necessário mais material de cofragem que o previsto para os trabalhos planeados, associado ao fator de se produzir mais quantidade em menos tempo.

Tabela 7 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de janeiro

	Janeiro						
	Indicadores Base			Indicadores de Estado (Desvios)			
	Planeado (PV)	Valor Ganho (EV)	Custo Real (AC)	SV (Prazo)	%	CV (Custo)	%
C2	398.601,97 €	464.841,43 €	654.775,80 €	66.239,46 €	16,62%	-189.934,37 €	-29,01%
Acumulado	519.525,20 €	699.793,25 €	958.128,46 €	180.268,05 €	34,70%	-258.335,21 €	-26,96%

Tabela 8 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de janeiro

	Janeiro				
	Indicadores de Desempenho		Indicadores de Previsão		
	SPI (Prazo)	CPI (Custo)	Orçamento (BAC)	Estimativa Custo Final (EAC)	Por Investir (ETC)
C2	1,17	0,71	9.993.641,93 €	10.404.966,24 €	9.446.837,78 €
Acumulado	1,35	0,73			

No terceiro controlo (C3) efetuado (Tabela 9), verificou-se que a tendência do mês anterior se manteve ($SV > 0$), mas com um aumento significativo de produtividade de 34,70% para 41,79%.

Verifica-se também que foram tomadas medidas corretivas na tentativa de reduzir os desperdícios referentes ao processo de betonagem através da bombagem do betão, sendo perceptível através da redução do indicador de estado (CV), passando este de um desvio negativo de 26,96% para 24,18%.

Tabela 9 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de fevereiro

	Fevereiro						
	Indicadores Base			Indicadores de Estado (Desvios)			
	Planeado (PV)	Valor Ganho (EV)	Custo Real (AC)	SV (Prazo)	%	CV (Custo)	%
C3	328.098,35 €	502.028,03 €	627.067,53 €	173.929,68 €	53,01%	-125.039,50 €	-19,94%
Acumulado	847.623,55 €	1.201.821,28 €	1.585.195,99 €	354.197,73 €	41,79%	-383.374,71 €	-24,18%

Como se pode ver na tabela seguinte (Tabela 10), nesse mês conseguiu-se aumentar o rendimento dos trabalhos, aumentando o indicador de desempenho (SPI) de 1,35 para 1,42 e com uma performance a nível de custos menos negativa, constatando-se uma despesa inferior à prevista, sendo esta calculada através da fórmula de estimativa de custos pessimista.

No mês de fevereiro é perceptível a melhoria do indicador de desempenho (CPI) que se aproxima do valor unitário, passando de um valor de 0,73 para um valor de 0,76.

Tabela 10 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de fevereiro

	Fevereiro				
	Indicadores de Desempenho		Indicadores de Previsão		
	SPI (Prazo)	CPI (Custo)	Orçamento (BAC)	Estimativa Custo Final (EAC)	Por Investir (ETC)
C3	1,53	0,80	9.993.641,93 €	9.763.909,97 €	8.178.713,98 €
Acumulado	1,42	0,76			

No quarto controlo (C4) verificou-se uma regressão ao nível de prazos e custos (Tabela 11 e 12). Apesar de a obra continuar com $SV > 0$ e um $SPI > 1$, há uma diminuição da produtividade passando o SV de 41,79% para 37,84%. Esta diminuição pode estar relacionada com o fator de iniciação das grandes

betonagens referentes ao edifício H3 da empreitada, que involuntariamente afetam o rendimento do edifício H1, pois o betão e a bomba fornecidos para a obra têm de ser geridos pelos edifícios (H1 e H3). A nível de custos, volta a aumentar o desvio negativo referente ao CV de 24,18% para 25,90%, e o indicador de desempenho regride, passando de um CPI de 0,76 para 0,74 respetivamente, podendo este estar relacionado para além do que já foi mencionado, com o motivo anterior, uma vez que havendo mais trabalhos a acontecer, o tempo torna-se mais escasso e consequentemente os cuidados são reduzidos principalmente ao nível do processo de betonagem, havendo mais desperdício.

Tabela 11 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de março

	Março						
	Indicadores Base			Indicadores de Estado (Desvios)			
	Planeado (PV)	Valor Ganho (EV)	Custo Real (AC)	SV (Prazo)	%	CV (Custo)	%
C4	375.247,01 €	483.723,22 €	689.377,12 €	108.476,21 €	28,91%	-205.653,90 €	-29,83%
Acumulado	1.222.870,56 €	1.685.544,50 €	2.274.573,11 €	462.673,94 €	37,84%	-589.028,61 €	-25,90%

Tabela 12 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de março

	Março				
	Indicadores de Desempenho		Indicadores de Previsão		
	SPI (Prazo)	CPI (Custo)	Orçamento (BAC)	Estimativa Custo Final (EAC)	Por Investir (ETC)
C4	1,29	0,70	9.993.641,93 €	10.408.523,62 €	8.133.950,51 €
Acumulado	1,38	0,74			

No último controlo (C5) referente ao edifício H1 para a atividade de betão armado, podem ser feitas várias análises.

Pelos indicadores calculados (Tabela 13 e 14), é de fácil perceção que os indicadores de prazo apresentam, mais uma vez, valores positivos e otimistas ($SV > 0$ e $SPI > 1$), continuando a obra adiantada em relação ao prazo previsto. Estes resultados vêm comprovar a realidade dos trabalhos da empreitada. No que se refere aos indicadores de custo, estes também confirmam a tendência dos meses anteriores, mas catalogada a valores negativos e desfavoráveis. Esta tendência, está seguramente associada não só a todos os fatores apresentados anteriormente, como também, ao acréscimo do prémio de

produtividade no valor de 15.000,00 euros entregue ao subempreiteiro, por cumprimento do prazo de 5 meses. Este prémio de produtividade inserido nos custos reais do mês de abril. Como se verifica, continuamos com o $CV < 0$ e o $CPI < 1$, para além de se constatar uma estimativa de custos final superior ao orçamento estipulado para o edifício H1 (BAC).

Tabela 13 - Indicadores Base e Indicadores de Estado do mês de abril

	Abril						
	Indicadores Base			Indicadores de Estado (Desvios)			
	Planeado (PV)	Valor Ganho (EV)	Custo Real (AC)	SV (Prazo)	%	CV (Custo)	%
C5	409.730,21 €	566.931,33 €	720.682,25 €	157.201,12 €	38,37%	-153.750,92 €	-21,33%
Acumulado	1.632.600,77 €	2.252.475,83 €	2.995.255,36 €	619.875,06 €	37,97%	-742.779,53 €	-24,80%

Tabela 14 - Indicadores de Desempenho e Indicadores de Previsão do mês de abril

	Abril				
	Indicadores de Desempenho		Indicadores de Previsão		
	SPI (Prazo)	CPI (Custo)	Orçamento (BAC)	Estimativa Custo Final (EAC)	Por Investir (ETC)
C5	1,38	0,79	9.993.641,93 €	10.456.305,49 €	7.461.050,13 €
Acumulado	1,38	0,75			

Nos gráficos apresentados de seguida (Figura 18 e Figura 19), está representada a variação dos indicadores de estado referentes aos desvios de prazos e custos ao longo dos meses analisados.

Na globalidade, os indicadores de estado (SV) calculados podem considerar-se muito satisfatórios, pois no decorrer dos cinco meses, estes estão sempre associados a um $SV > 1$, o que indica que a obra está adiantada em relação ao previsto, conseguindo uma folga significativa para as diversas atividades a iniciar no futuro da empreitada (Figura 18).

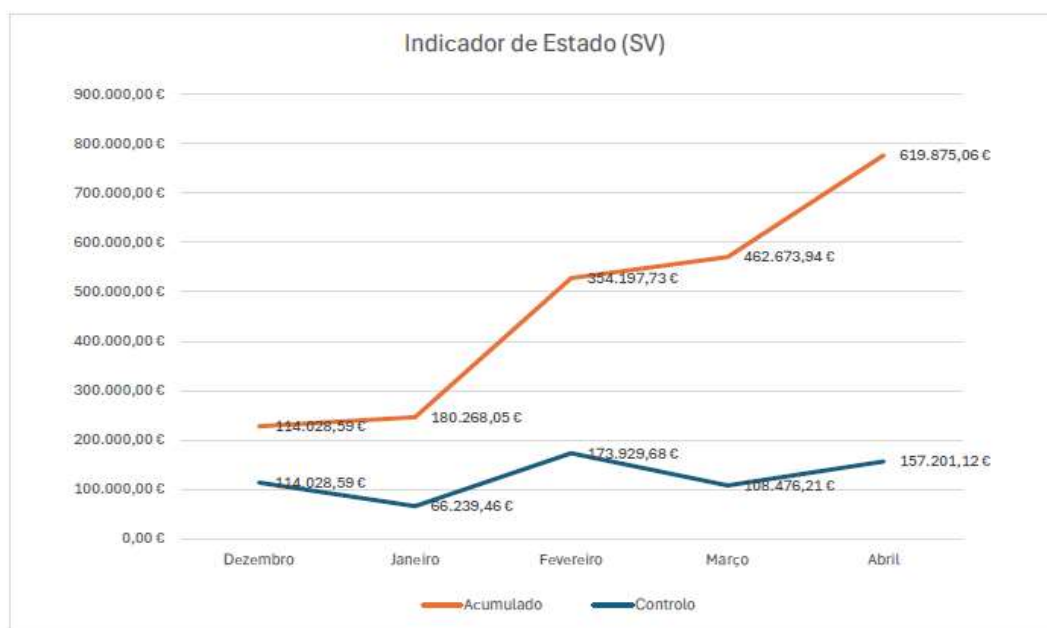


Figura 18 – Variação do Indicador de Estado referente ao Prazo (SV)

No que se refere aos indicadores de estado (CV) calculados, é perceptível através do gráfico (Figura 19) que estes estiveram sempre acima do orçamento, apresentando um $CV < 0$ no decorrer dos cinco meses em análise. O mês de fevereiro ganha destaque, pela implementação de medidas corretivas que podem ser comprovadas pela representação gráfica, havendo uma diminuição dos custos respetivamente. Também no último mês, abril, é verificada uma diminuição dos custos, podendo estar associada ao fator de diminuição do desperdício e de melhoria das condições meteorológicas, que indiscutivelmente permite uma maior conformidade dos trabalhos e uma melhor performance dos operários na atividade a desempenhar.

Percebe-se assim, que nas atividades seguintes é importante tentar implementar novas medidas de gestão, de forma a tentar recuperar os custos retidos no processo de betão armado.

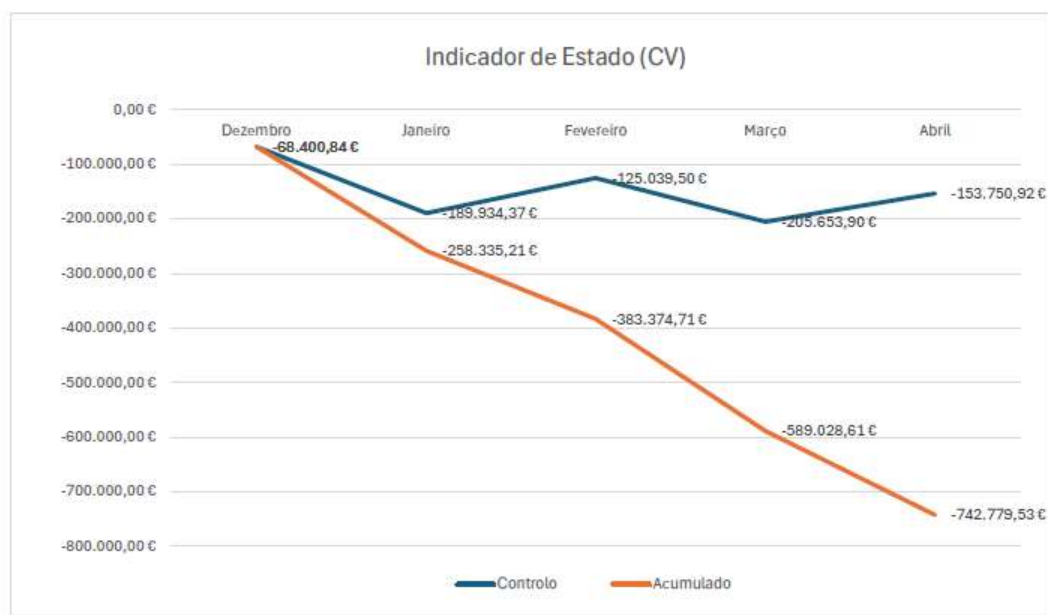


Figura 19 – Variação do Indicador de Estado referente ao Custo (CV)

Pela análise gráfica dos indicadores de desempenho (Figura 20), é visível o $SPI > 1$, o que vem a comprovar os resultados favoráveis obtidos pelo indicador de estado (SV). Refere-se também que a produtividade, se manteve constante, terminando o indicador SPI do último controlo com o valor do indicador SPI acumulado.

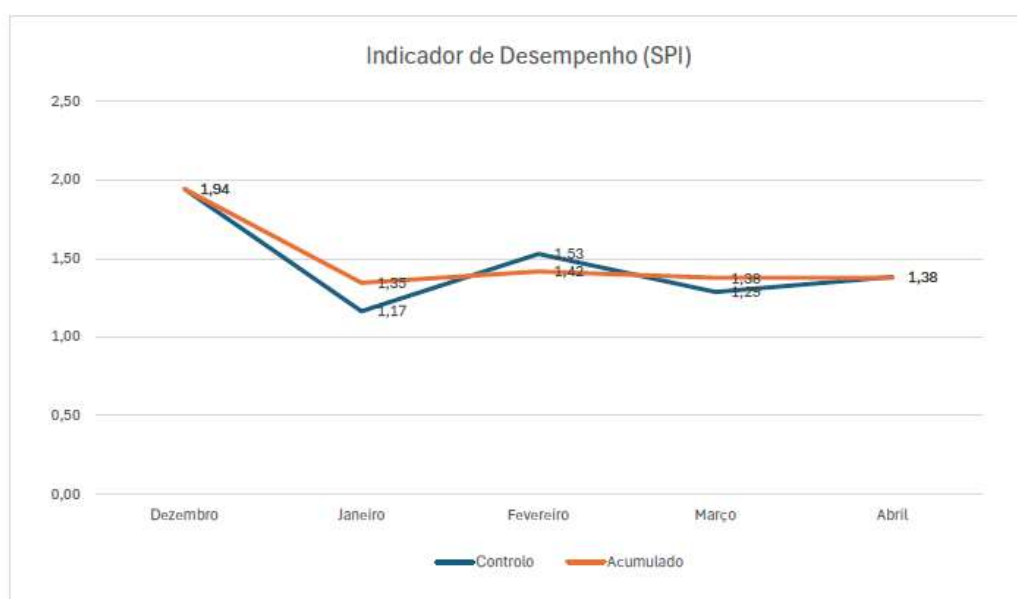


Figura 20 - Variação do Indicador de Desempenho referente ao Prazo (SPI)

No que concerne ao indicador de desempenho CPI, verifica-se pela análise dos resultados que efetivamente, apesar da tentativa de implementação de medidas corretivas, perceptíveis no mês de fevereiro, o $CPI < 0$ é uma constante no decorrer dos meses em análise para a atividade de betão armado da empreitada. No entanto, apesar de desfavorável, constata-se que a variação da obra em estudo é inferior a 5% no que diz respeito ao indicador CPI acumulado (Tabela 21), o que vem comprovar que apesar dos resultados não serem os mais satisfatórios, até se mantiveram constantes.

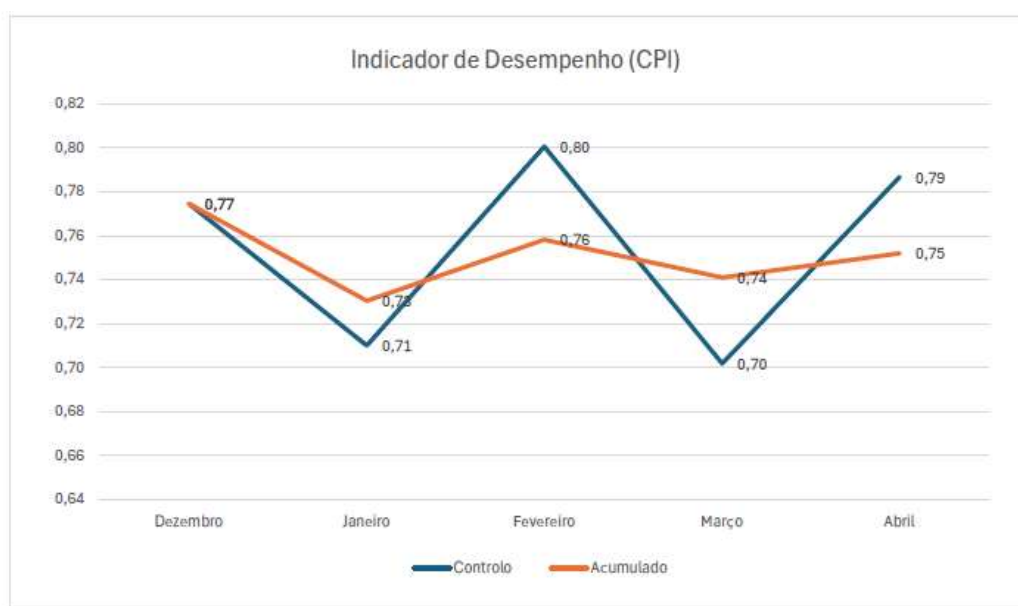


Figura 21 – Variação do Indicador de Desempenho referente ao Custo (CPI)

Quanto às previsões dos custos finais da obra, como se referiu anteriormente, a metodologia EVM permite que sejam elaboradas estimativas do custo final da obra, tendo em conta o desempenho desta a nível económico até à data em análise. Estas estimativas, à medida que a obra vai progredindo, vão-se consolidando e, consequentemente, vão apresentando um erro cada vez menor e mais próximo do valor orçamento (BAC). Importa também referir que a estimativa de custo final da obra, foi calculada tendo em consideração o pior cenário, baseada na estimativa pessimista, a qual é maioritariamente das vezes a estimativa mais realista (Figura 22).



Figura 22 - Variação dos Indicadores de Previsão (BAC, EAC, ETC)

5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA METODOLOGIA EVM E DA EMPREITADA

A utilização da metodologia de gestão associada ao controlo de custos e prazos, EVM, é uma solução que apesar de se apresentar como uma clara maior valia para as organizações, ainda não está ao nível de todas as empresas que se encontram no mercado.

Na presente dissertação, a metodologia EVM foi aplicada com o intuito de perceber qual o progresso da empreitada a partir da recolha de dados e análise de resultados referentes ao caso de estudo.

Através da análise dos indicadores base, indicadores de estado, indicadores de previsão e indicadores de desempenho, percebeu-se que efetivamente a empreitada, nos meses em análise se encontra adiantada relativamente ao PT, apresentando um valor de $SV > 0$ e acima do orçamento, apresentado um $CV < 0$. Através destes indicadores de estado, chegou-se também a indicadores de desempenho que vieram comprovar estes mesmos resultados, $SPI > 1$ e um $CPI < 1$.

A justificação para a empreitada estar adiantada no decorrer dos 5 meses em análise, deve-se não só ao facto de se ter antecipado a atividade, estando esta prevista iniciar a 19/12/2023 e ter-se iniciado a 01/12/2023, mas também se deve à redução da duração da atividade, passando de uma duração prevista de 7 meses para 5 meses respetivamente. Devido a esta redução, o subempreiteiro encarregue da atividade de betão armado, teve de encurtar a duração dos trabalhos, havendo uma necessidade de recorrer sempre que possível, a um aumento de pessoal, material e horas de trabalho, por forma a realizar o mesmo trabalho num menor período.

Relativamente ao controlo de custos, constatou-se que os custos reais (AC) permaneceram sempre acima do valor ganho (EV), o que se fica a dever a diversos fatores, tais como: incompatibilidade das quantidades previstas no MTQ com as quantidades reais, muito associadas a desperdícios; reformulação de preços ao nível do aço, acrescido da alteração do aço em varão para malha em alguns elementos estruturais, a qual teve um acréscimo no valor, mas com a vantagem de encurtar o prazo; necessidade, ao nível da subempreitada, de mais material de cofragem do que o previsto, o que inequivocamente também contribuiu para este aumento dos custos reais.

Apesar do custo real (AC) se ter mantido sempre acima do valor ganho (EV), é perceptível que com o controlo mensal, foram tomadas ações corretivas de modo a minimizar os custos reais, no entanto, pela dimensão da empreitada e crescentes trabalhos, estas não foram constantes, não se tornando por esse motivo significativas.

Dos resultados obtidos através da implementação do modelo de avaliação do desempenho de Projeto, conclui-se que este modelo apresenta resultados satisfatórios, representando bem a realidade da obra, onde a sua implementação pode ser feita de uma forma relativamente simples.

Através do EVM, é possível avaliar o desempenho do Projeto pois são calculados parâmetros de controlo que permitem quantificar os desvios e através deles tomar decisões importantes acerca do caminho a seguir. Sendo um Projeto de larga duração, o índice (CPI) pode revelar-se bastante útil, constatando-se que é dos indicadores mais úteis neste modelo.

Pensa-se inclusive que é credível utilizar isoladamente o CPI para um controlo de custos da obra, uma vez que este indicador tem implícito o custo orçamentado para os trabalhos realizados e o custo real dos trabalhos realizados.

Outra das conclusões que podem ser retiradas da análise dos resultados é o facto de que não faz sentido usar as estimativas de custo para o final do Projeto com base nos indicadores mensais, uma vez que estes apenas contabilizam os trabalhos efetuados no mês em análise e não a obra na globalidade.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES PESSOAIS

O desenvolvimento da presente dissertação permitiu aplicar e solidificar todos os conhecimentos adquiridos ao longo do ciclo de estudos, com maior incidência nos últimos anos de aprendizagem associados à área de especialização de Gestão na Construção.

Revelou-se assim, de enorme aprendizagem na gestão de conhecimentos adquiridos, permitindo estabelecer uma ponte entre os conhecimentos teóricos lecionados e a aplicação dos mesmos a nível prático e profissional. Desta forma, foi desenvolvida uma abordagem metódica de aspetos inerentes ao exercício de Gestão na Construção, por interveniente da profissão de uma Engenheira em Direção de Obra.

O confronto diário com a realidade de obra, acrescentou muito na elaboração da presente dissertação e permitiu adquirir competências que dificilmente seriam alcançadas sem as vivências desta realidade. Permitiu ainda ter uma perspetiva mais realista e próxima daquilo que efetivamente se passa em obra, com todas as suas adversidades associadas e muitas vezes não previstas.

Importa referir também, que a convivência com todos os intervenientes em obra, desde equipa de Direção de Obra, Fiscalização, Dono de Obra, Subempreiteiros e Operários na frente de trabalho, permitiu adquirir um enriquecimento pessoal e profissional indiscutível, pela possibilidade de aquisição de conhecimento ao nível das mais diversas atividades inerentes à temática de Gestão na Construção. Marcado pela adaptação ao mundo profissional, este período revelou-se desafiante, mas muito enriquecedor, contribuindo para o incremento da capacidade de trabalho, resolução de problemas, dinamismo e como não poderia deixar de mencionar, o fator resiliência.

Conclui-se assim, que, após alguns meses de inserção na atividade profissional conciliados paralelamente com a elaboração da presente dissertação, que as funções desempenhadas enquanto Engenheira civil, são extremamente complexas pois estão ao nível de várias áreas, desde gestão de recursos, gestão de competências técnicas, gestão financeira, gestão de pessoas, mantendo sempre o pressuposto de que tudo tem de ser feito respeitando as boas práticas da construção e os interesses envolvidos seguindo boa conduta.

A aplicação da metodologia EVM permitiu de uma forma pragmática avaliar os indicadores da obra, possibilitando às equipas de gestão assumirem, atempadamente, ações de correção ou melhoria, se for o caso, evitando eventuais sanções contratuais por incumprimento de prazos ou beneficiando de um

prémio por antecipação.

Como mencionado anteriormente, a aplicação da metodologia EVM é tanto melhor quanto melhor for a recolha de dados. A gestão de obras tem um âmbito complexo, pois é uma área muito abrangente e dinâmica. Uma gestão com controlo de prazos e custos é fundamental para garantir o sucesso do Projeto, de forma a garantir que este é concluído dentro do orçamento previsto e respeitando o prazo planeado. Importa também satisfazer as necessidades e expectativas do cliente, isto é, garantir que os objetivos do Projeto são cumpridos. Para isto, é muito importante seguir o PT previsto, garantindo que todas as atividades são realizadas na duração prevista e em conformidade com as respetivas precedências, utilizando os recursos planeados de forma a otimizar os custos.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No futuro, sugere-se a continuidade da aplicação da metodologia nas restantes atividades previstas no MTQ, de forma a obter informação fidedigna que possa servir de apoio à tomada de decisão, bem como na análise mais sustentável e eficiente do estado geral do Projeto em cada momento em que se proceda a essa análise. Assim, os trabalhos a executar, tendencialmente, prosseguem no sentido correto durante a fase de execução do Projeto e no caso de surgirem desvios significativos, é possível desenvolver e implementar medidas corretivas de forma atempada.

Esta metodologia EVM poderá servir de complemento à implementação do *Lean Construction* na organização, procurando um tipo de gestão que visa evitar desperdícios – de tempo, de orçamento, mão de obra etc. -, utilizando apenas os recursos necessários para a boa realização de um determinado trabalho, etapa ou processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Farinha, André Martins, Metodologia de Gestão Integrada de Prazos e Custos – Aplicação Earned Value Management numa Obra. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2013.

Oliveira, Rodrigo César Franceschini, Gerenciamento de Projetos e Aplicação da Análise de Valor Agregado em Grandes Projetos. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2003.

Sousa, Nuno Miguel Milheiro Alves, Gestão de Projetos na Construção - Modelo de avaliação do desempenho em Projetos. Instituto Superior Técnico 2008.

Meira, Alexandre Manuel Gonçalves, Direção de Obra – Preparação Individual. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2012.

Pinto Faria, José (2024). Apontamentos da unidade curricular PLACO, ISEP.

Reis, A. Correia. (2013). Organização e Gestão de Obras. Lisboa, Edições Técnicas.

Guia do Betão, 1ª Edição, Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto (APEB), janeiro, 2022.

IMPIC - Código dos Contratos Públicos (CCP), Edição 2023.

Project Management Institute, *A Guide to The Project Management Body Of Knowledge - The Standard for Project Management*, (7ªEd), 2021.

Camargo, Robson, (*PMBOK Guide*) Project Management Professional, Gerenciamento de Projetos, 2022.

Camargo, Robson, *Estimativa PERT*, Gerenciamento de Projetos, 2022.

Kerzner, H. (2009). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling: John Wiley & Sons.

Clough, Glenn A. Sears, S. Keoki Sears, Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management, Edition 2008.

Anbari, F. T. (2003). Earned Value Project Management Method and Extensions. *Project Management Journal*, 34(4), 12–23.

Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2002). Earned Value Management - Mitigating the Risks Associated with Construction Projects. *Risk Management*, pp. 90–95.

Vandevoorde, Stephan; Vanhoucke, Mario, *International Journal of Project Management*, 2006.

Forbes, 2019 - Principais Causas de Fracasso de Pequenas Empresas - Acedido a 05/04/2024

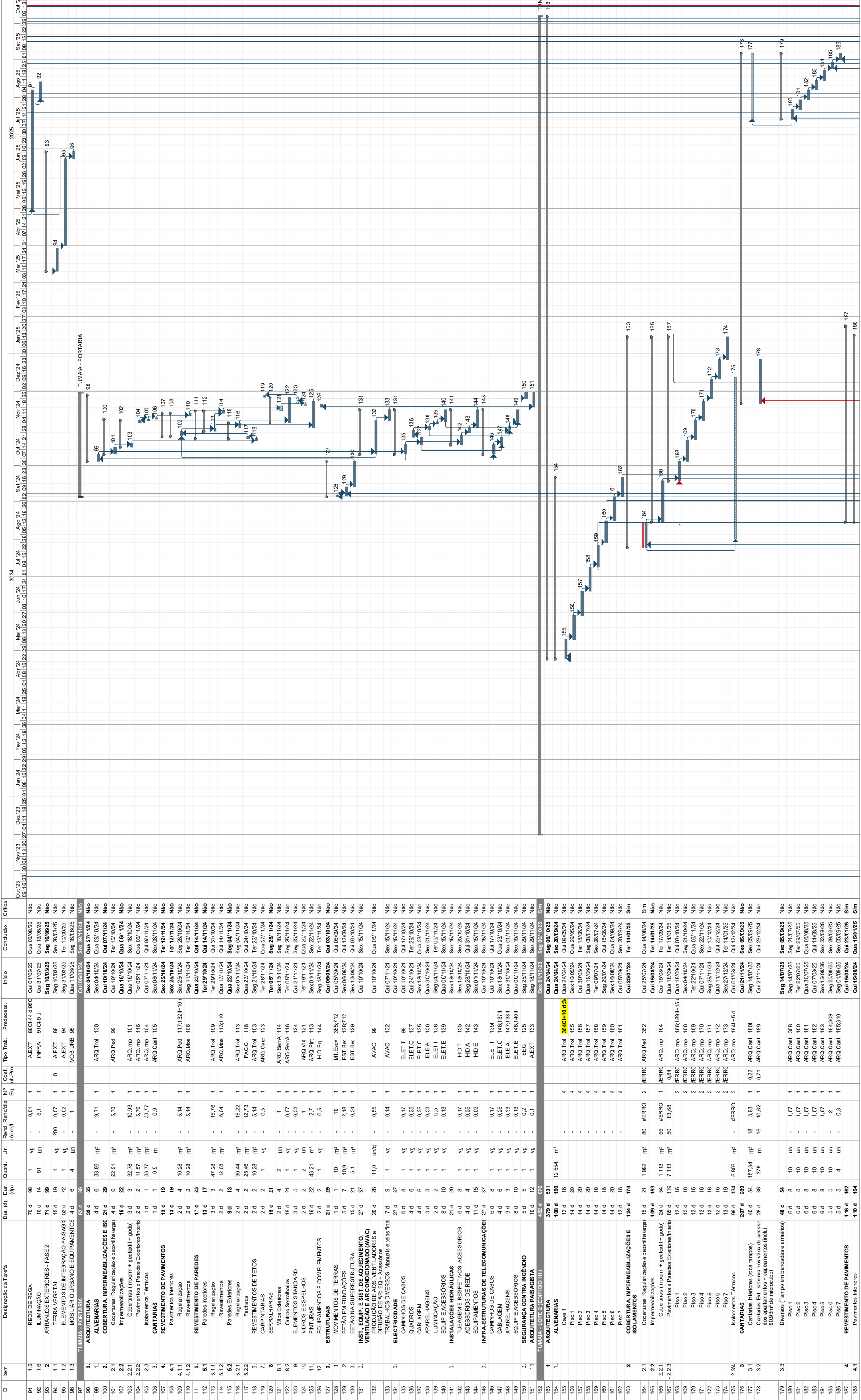
PRINCE2 - Project in a Control Environment, Portugal - Acedido a 07/04/2024.

ANEXOS

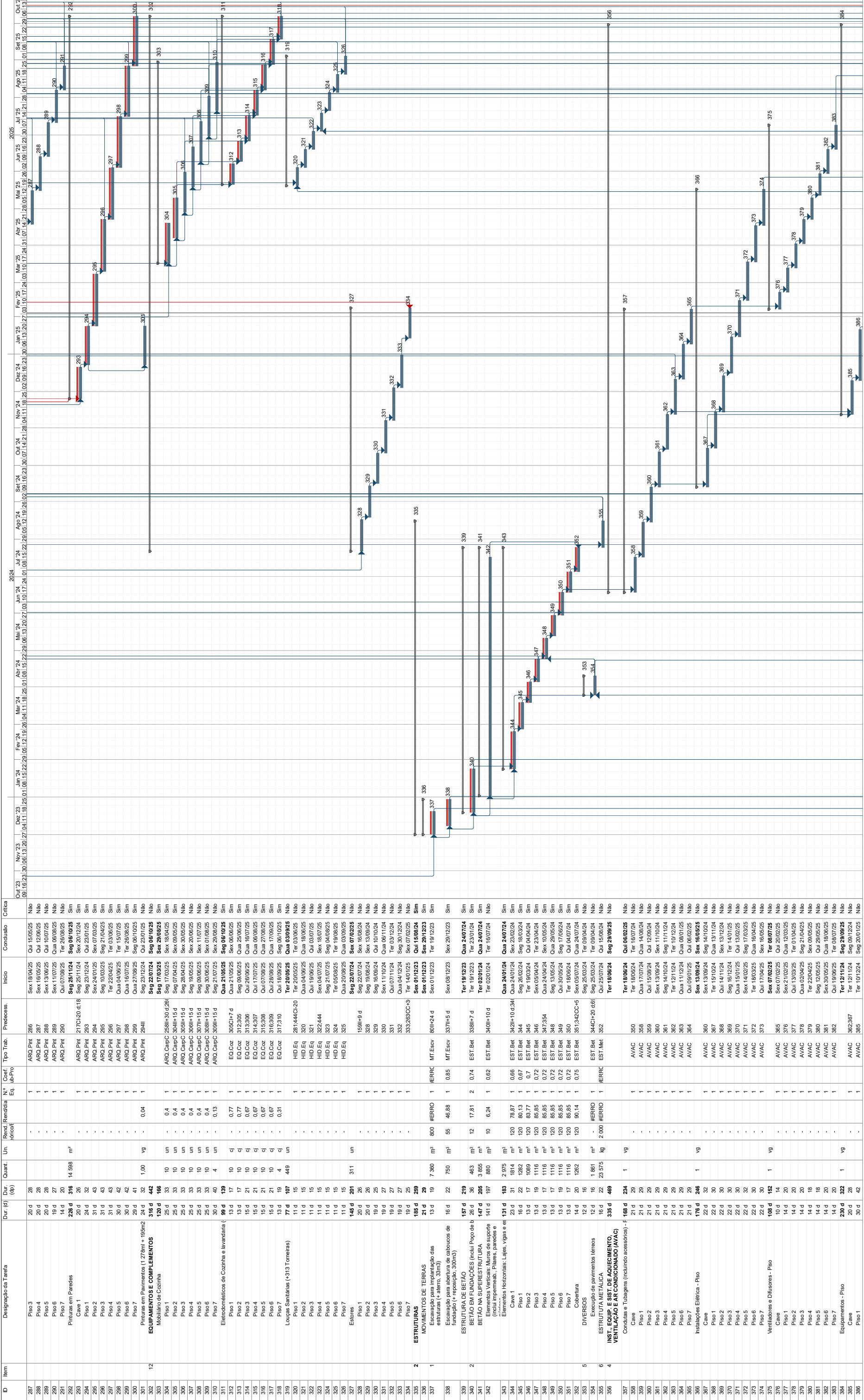
- Plano de Trabalhos da TUMAIA
- Projeto de Estruturas - Plantas e Cortes do Edifício H1

(1) PLANO DE TRABALHOS DA TUMAIA

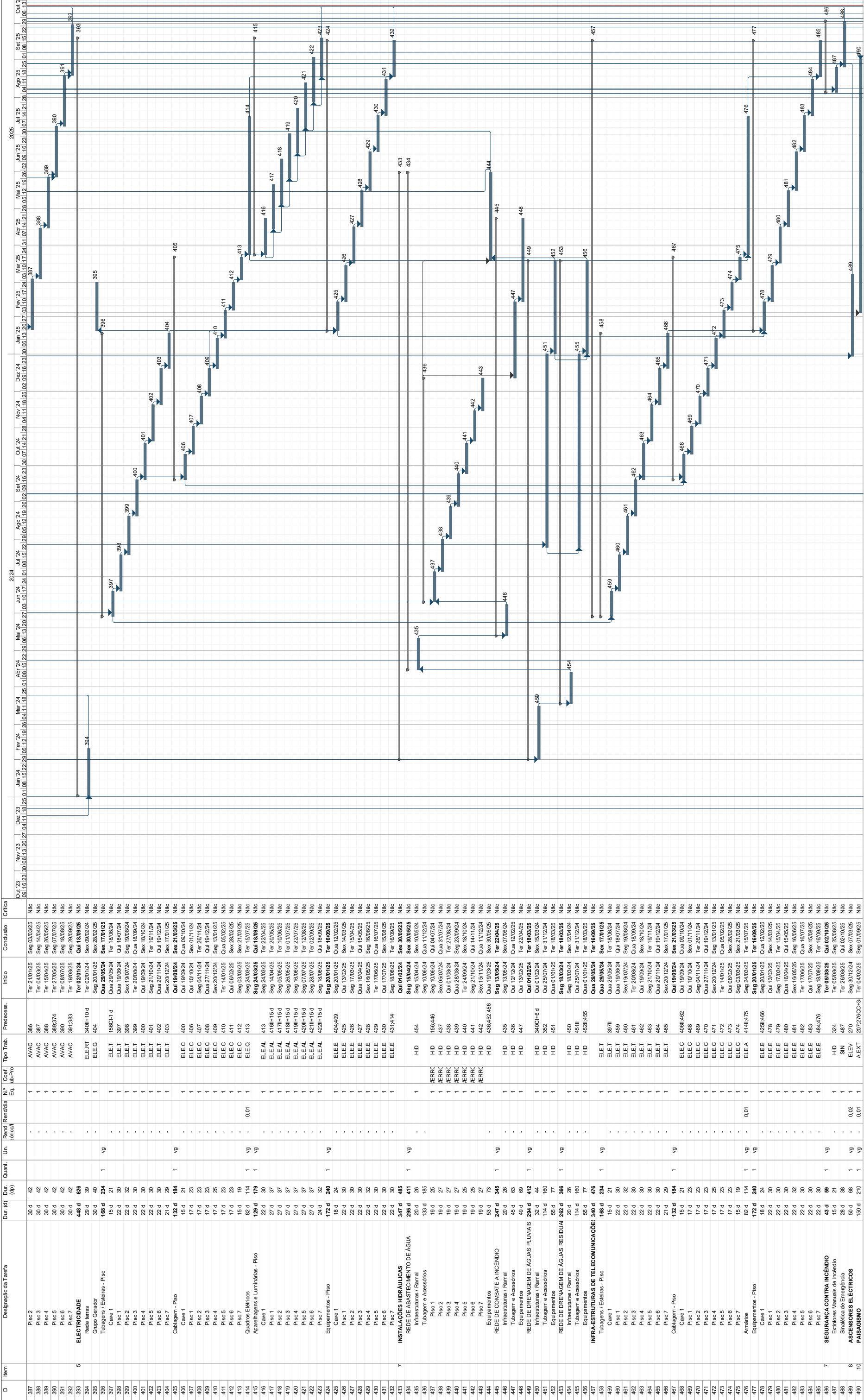
PLANO DE TRABALHOS



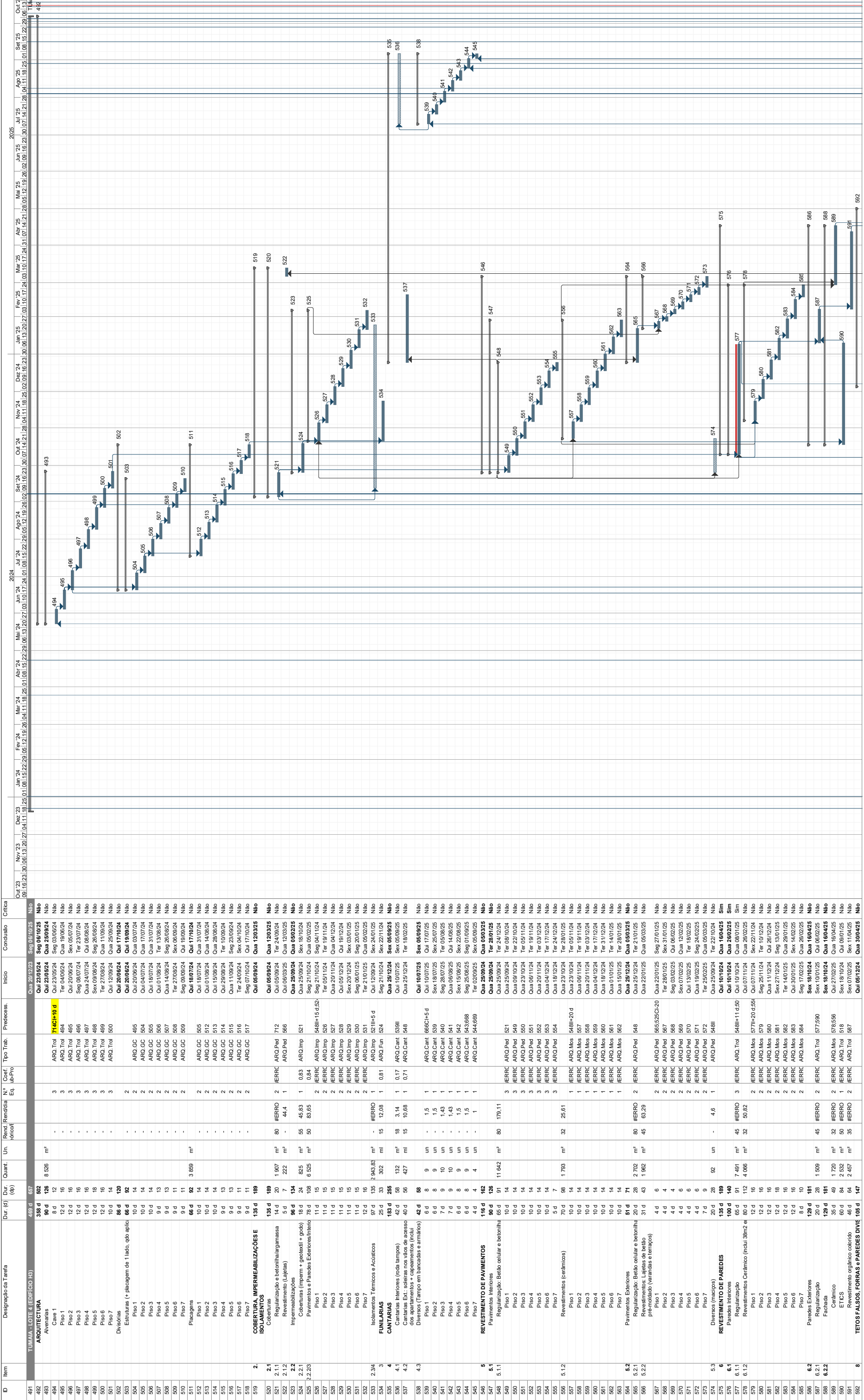
PLANO DE TRABALHOS



PLANO DE TRABALHOS



PLANO DE TRABALHOS



Atividades executadas em conjunto e sequencialmente

Atividade Resumo

Interrupção Temporal

Atividade Descontinua

Data Chave

Atividade

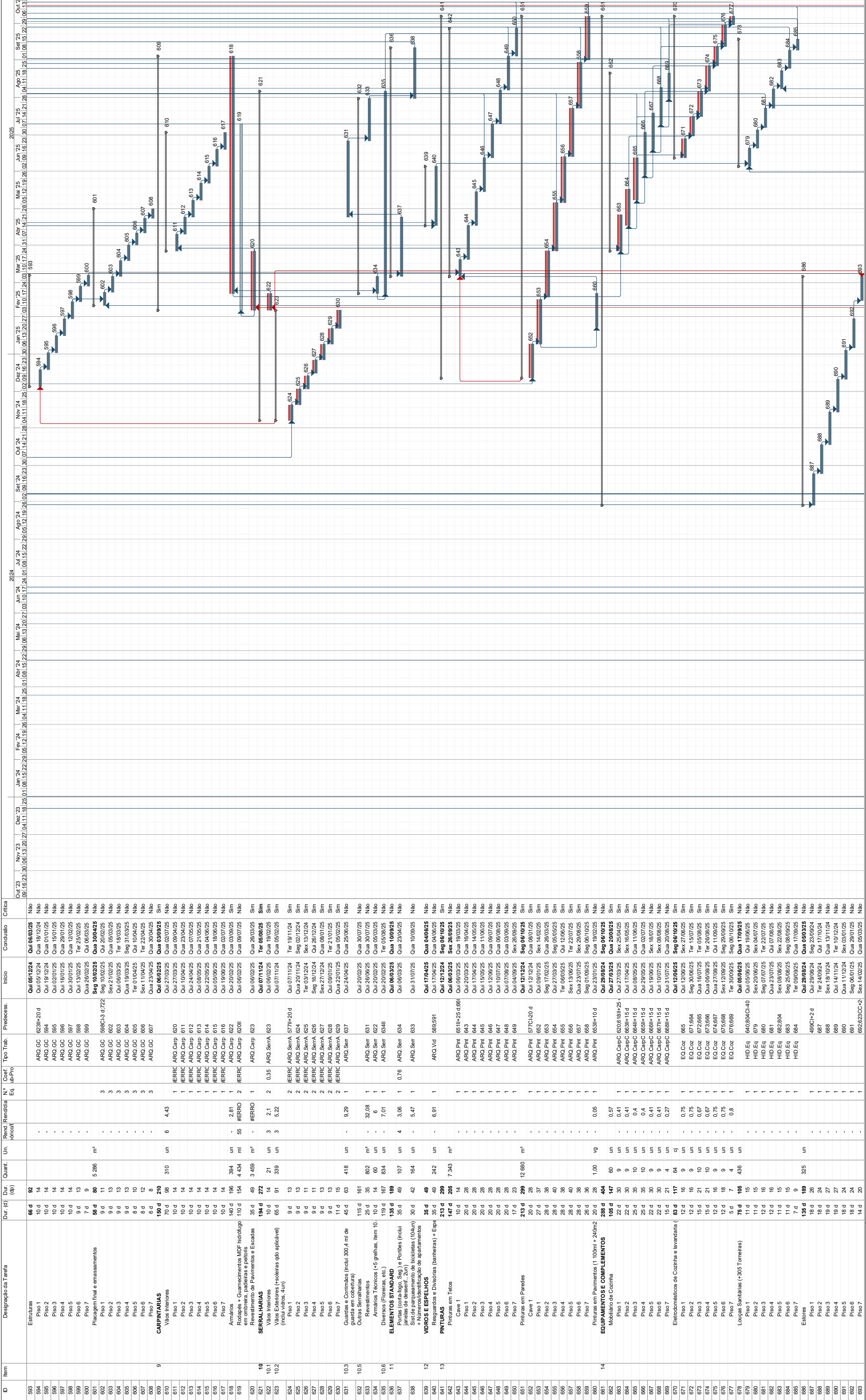
Atividade Crítica

dp - Dias de Calendário | d - Dias Úteis

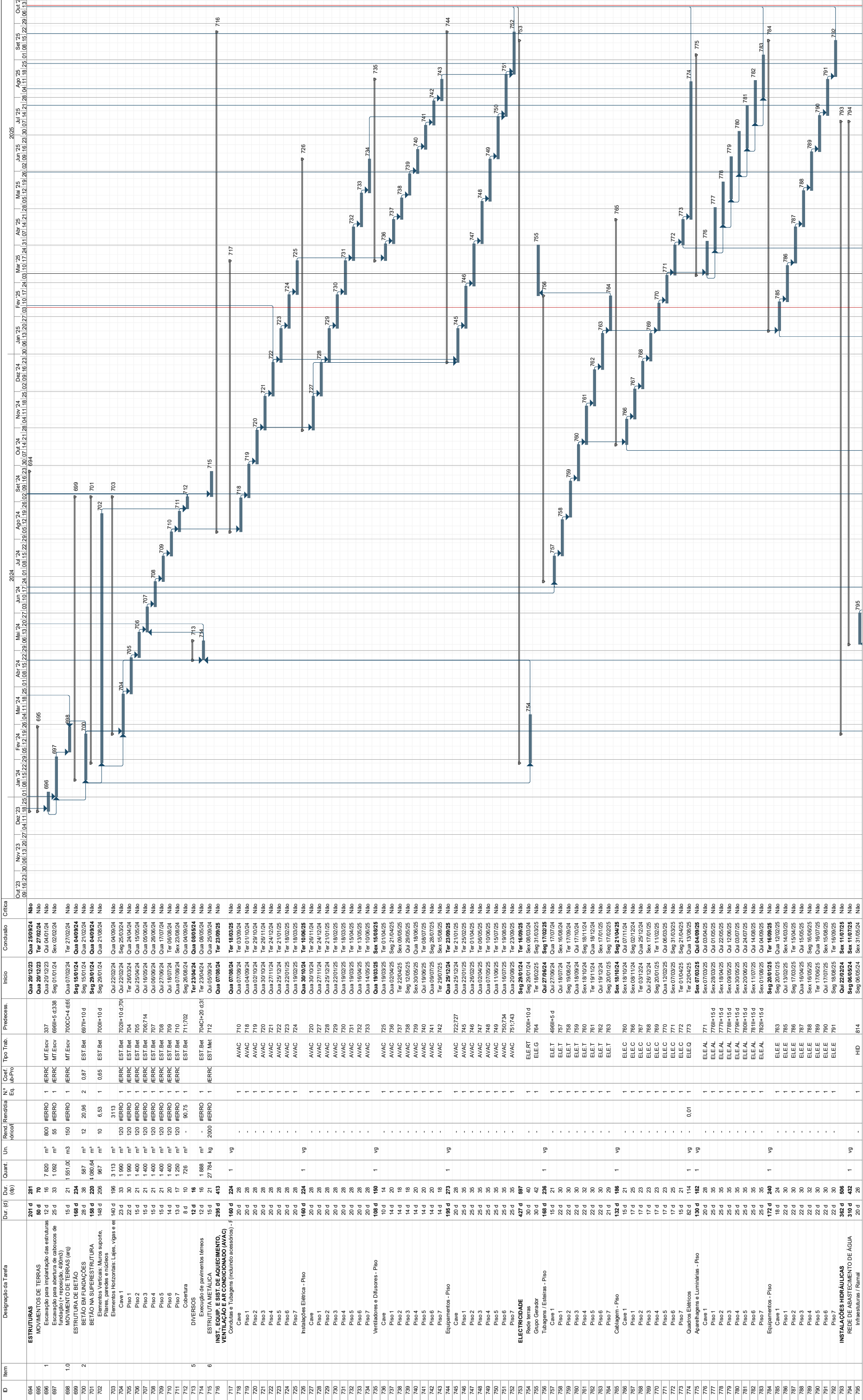
Prazo de Execução: 24 Meses

(Contados da Data de Consignação em dias de Calendário)

PLANO DE TRABALHOS

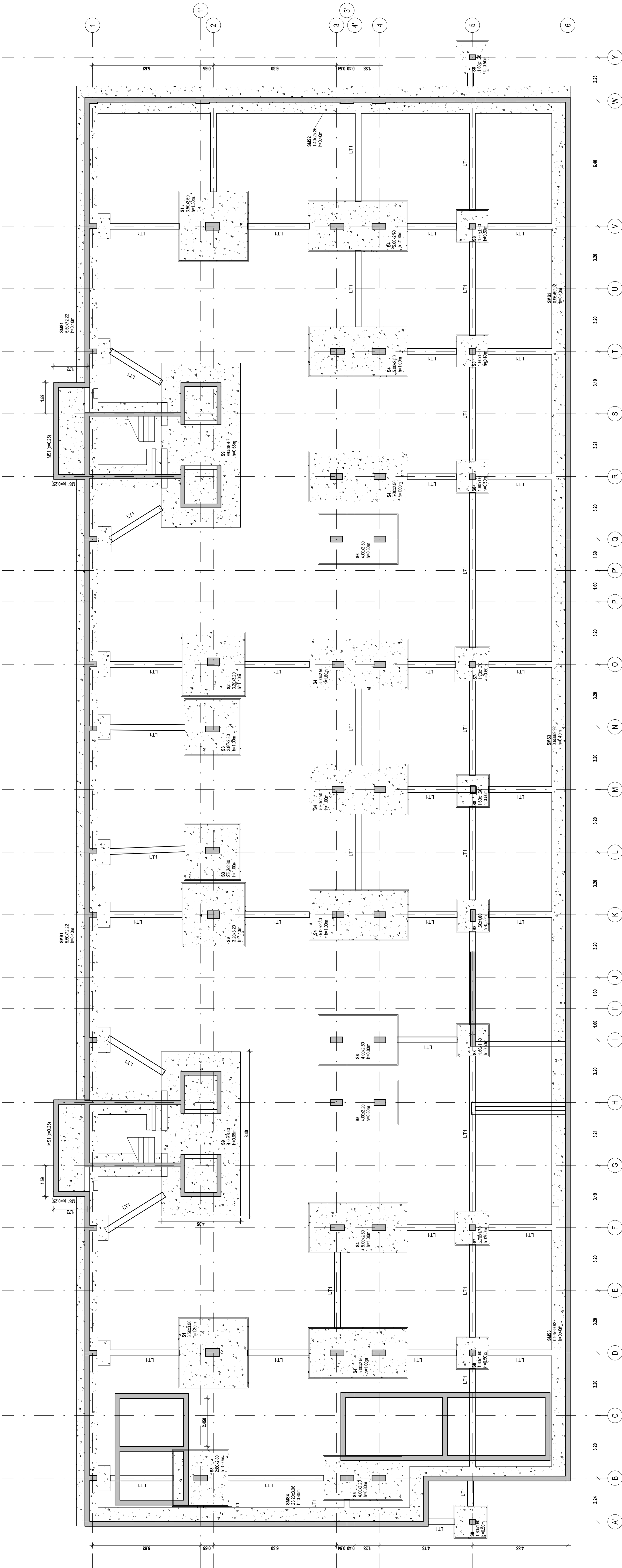


PLANO DE TRABALHOS



(2) PROJETO DE ESTRUTURAS

PLANTAS E CORTES DO EDIFÍCIO H1



Local		Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade		ESTRUTURAS
Fase		Projeto de Execução
Versão		00
Concepção / Coordenação geral		Manuel Ventura
Direção de projeto		Luis Castro
Volume		
Tipo		PLANTA DE FUNDAÇÕES
Escala		1 : 100
REF.		31621-EST-PE-V0-00-003
Desenhou: MS		
Verificou: LC		
Aprovou: LC		

Objeto



ESTRUTURAS, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

Rua Santa Rita, 305 e Pte. 4000 - 4720 Porto - Portugal

newton+partners

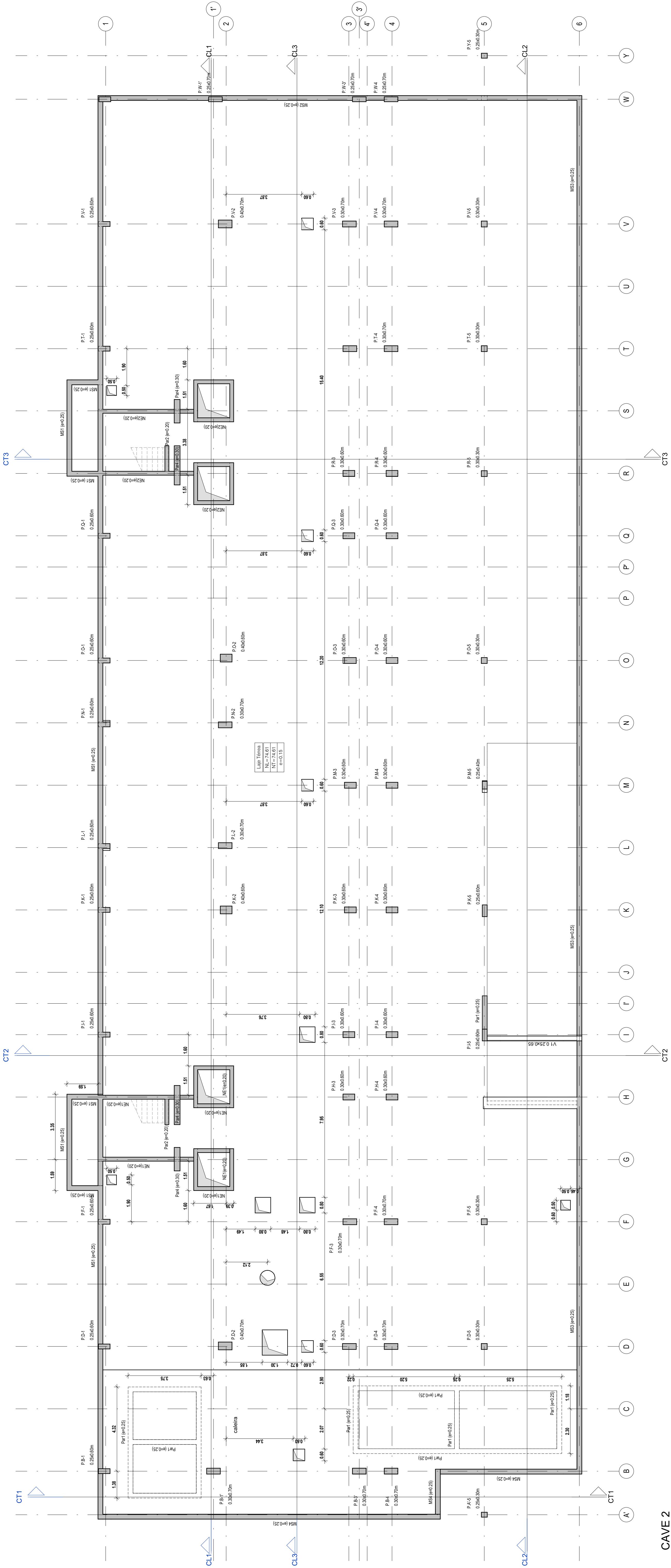
Gabinete de Arquitetura

TAGA URBANIC INVESTMENT GROUP

ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

Dono da Obra:

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03



CAVE 2
1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passos, 305 e Fincas 4500 - 4720 Porto - Portugal
Tel: +351 22 508 77 000 Fax: +351 22 508 77 001
e-mail: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



2º Andar da Alameda, 2545 - 4550 - 172 Porto - Portugal
Tel: +351 220 910 000
www.newton.pt geral@newton.pt

Objeto

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	



Fase	Revisão	Versão	00
Projeto de Execução			

Concepção / Coordenação geral

Manuel Ventura

Direção de projeto

Luis Castro

Volume

Tipo	Trabalho
PLANTA DA CAVE 2	

Escala	1 : 100
2023/03/03	

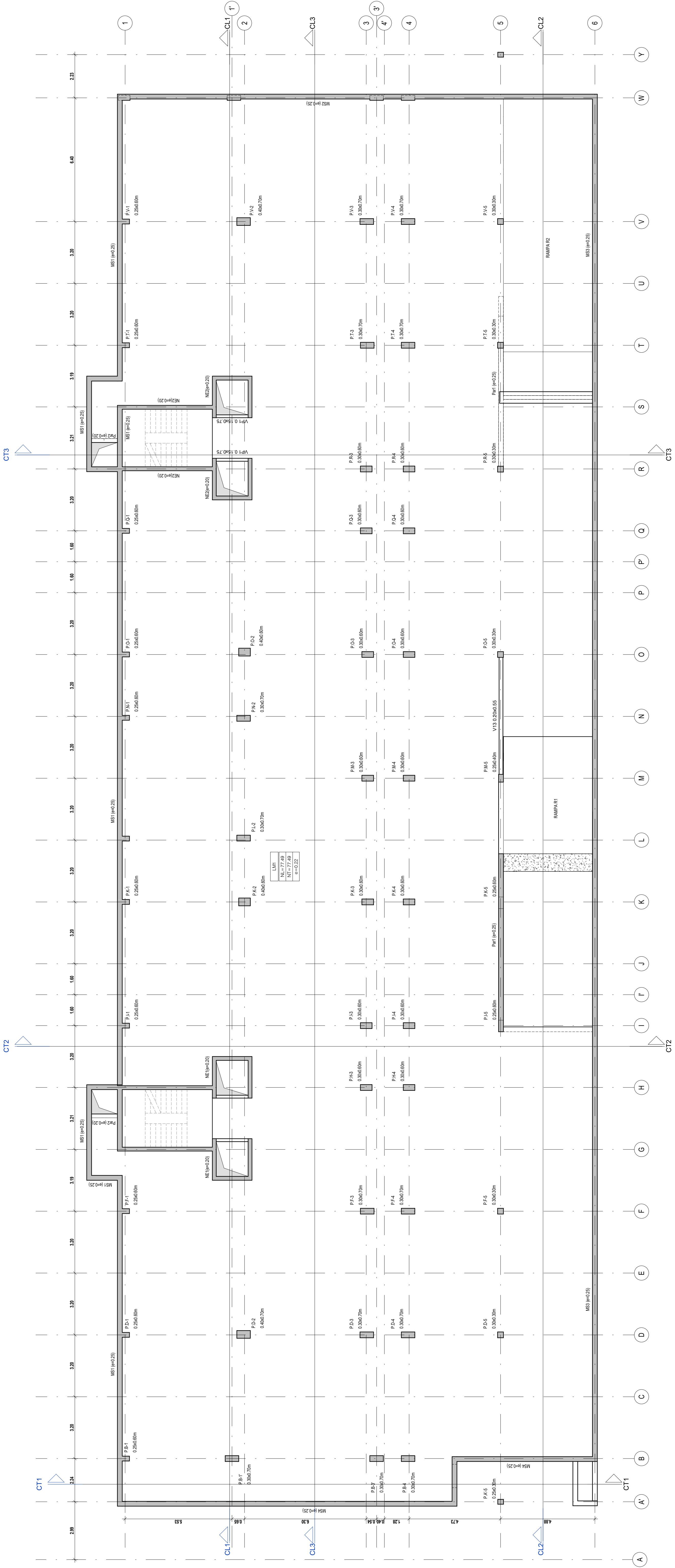
REF. 31621-EST-PE-V0-00-004

Desenhou: MS

Verificou: Checker

Aprovou: LC

004



Planta Estrutural da Cave 1 (Teto da Cave 2)

1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



Objeto

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	

Fase	Projeto de Execução	Revisão	00
Concepção / Coordenação geral	Manuel Ventura		

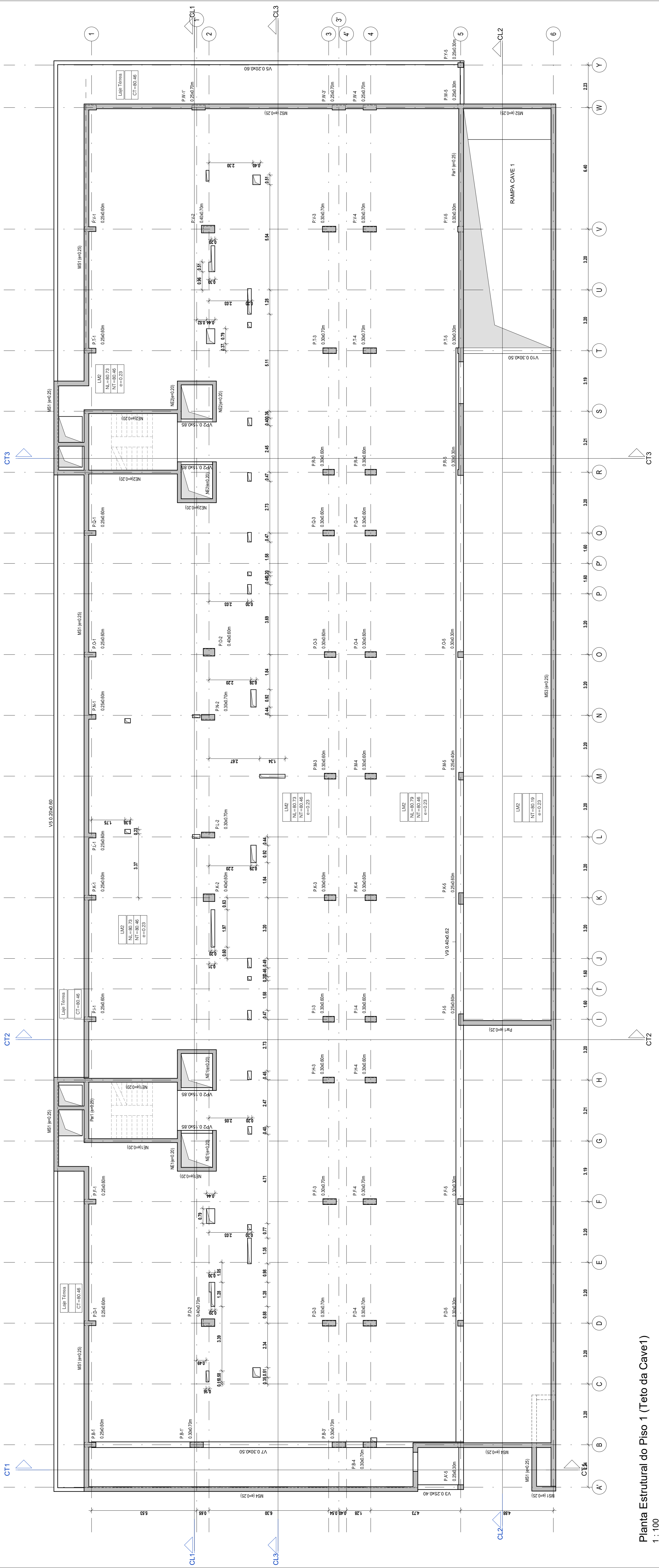
Volume	Luís Castro
Volume	

Tipo	PLANTA DA CAVE 1
------	------------------

Escala	1 : 100	Data	2023/03/03
--------	---------	------	------------

REF.	31621-EST-PE-V0-00-005	Pág. N.º	005
------	------------------------	----------	-----

Desenhou: MS	Verificou: Checker
Aprova: LC	



Planta Estrutural do Piso 1 (Teto da Cave1)

1 : 100

00	Primeira Emissão - Execução
	20230303

Dono de Obra:

ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

TAGAURBANIC
INVESTMENT GROUP

Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Pousada, 350 4º Piso. 4000 - 478 Porto - Portugal

Estruturas. Hidráulicas. Térmica. Instalações. Máquinas. Gás e SCIE



Av. Fernão de Magalhães, 2345, 4350 - 172 Porto - Portugal

06/09/2023 10:19 AM

Objecto



Projeto de Execução

Versão	Revisão	00
--------	---------	----

Concepção / Coordenação geral

Manuel Ventura

Direcção de projecto

Luis Castro

Volume

Tipo

—

100

1.

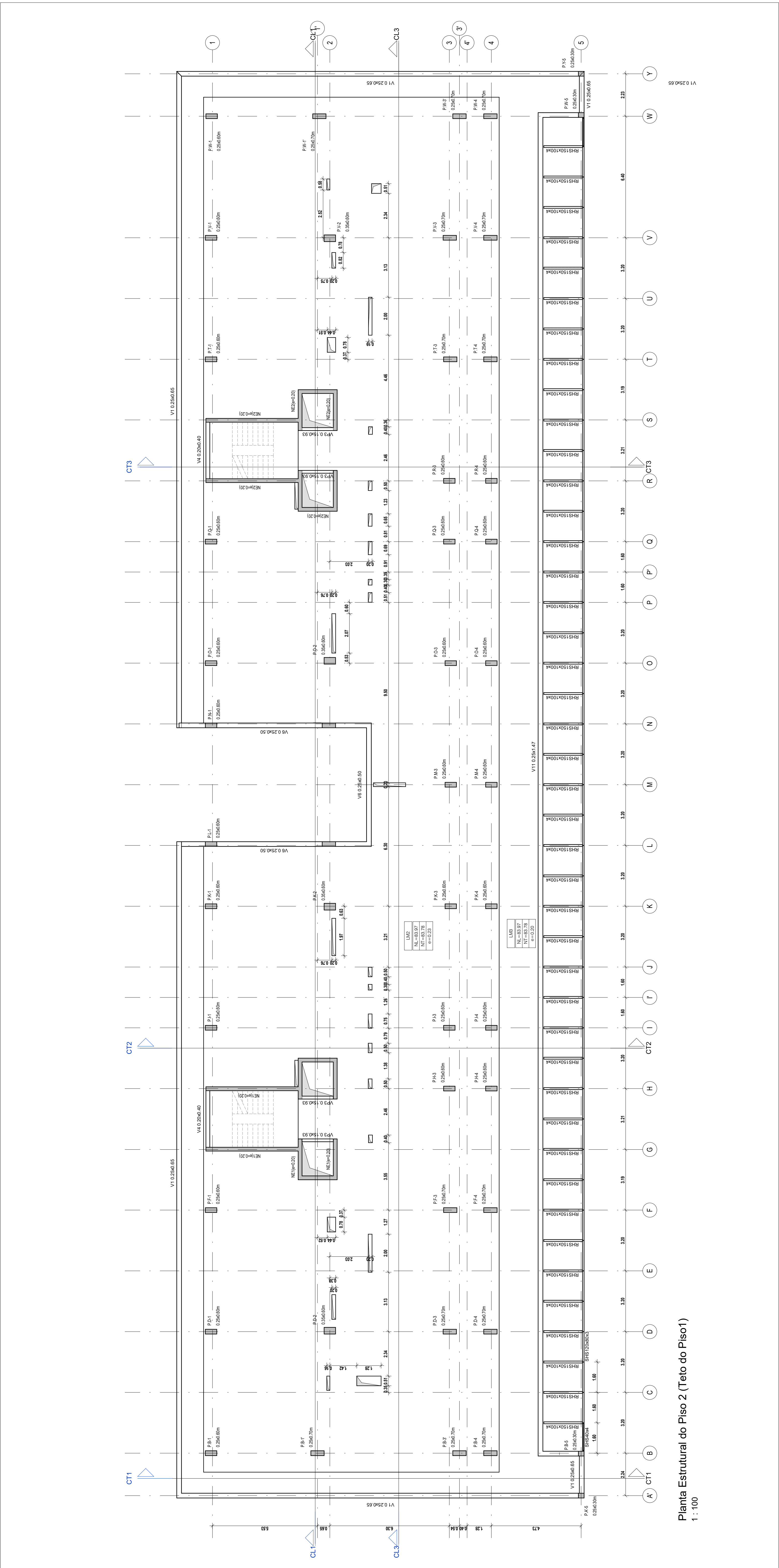
REF.

31621-ES1-

Desenhos: MS

Verificou:	Checker
------------	---------

Accounting 101



Planta Estrutural do Piso 2 (Teto do Piso 1)

1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

TAGAURBANIC
INVESTMENT GROUP

Gabinete de Arquitectura
VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passado, 305 e Pólo 4500 - 4775 Porto - Portugal
Tel: 351 220 651 220 651 e-mail: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

newton
CONSULTORES DE ENGENHARIA

Av. António de Almeida, 2545 - 4550 - 172 Porto - Portugal
Tel: 351 220 00 000 www.newton.pt geral@newton.pt

Objeto

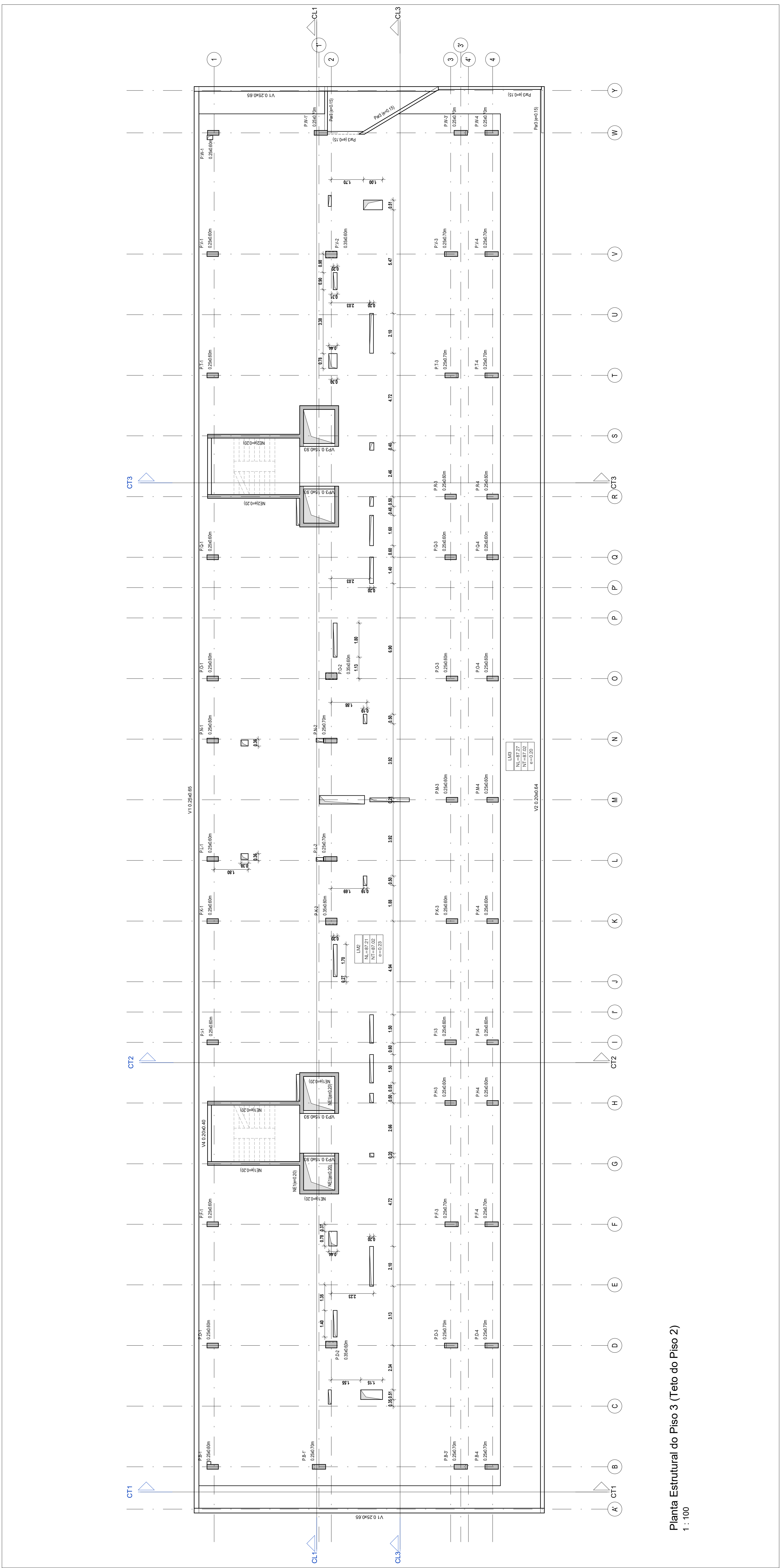
Local: Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade: Engenharia

Fase: Versão: 00
Revisão: 00

Concepção / Coordenação geral: Manuel Ventura
Direção de projeto: Luís Castro
Volume: 00

Tipo: Thru
PLANTA DO PISO 2
Escala: 1 : 100
Data: 2023/03/03
Pag. N.º: 007
REF.: 31621-EST-PE-V0-00-007

Desenhado: MS
Verificado: Checker
Aprovado: LC



Planta Estrutural do Piso 3 (Teto do Piso 2)
1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitectura

Rua Santos Passado, 305 e Piso: 4/500 - 4775 Porto - Portugal
Tel: 351 220000000 e-mail: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



Av. António de Almeida, 2945 - 4550 - 172 Porto - Portugal
Tel: 351 220000000 www.newton.pt geral@newton.pt

Objeto

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	

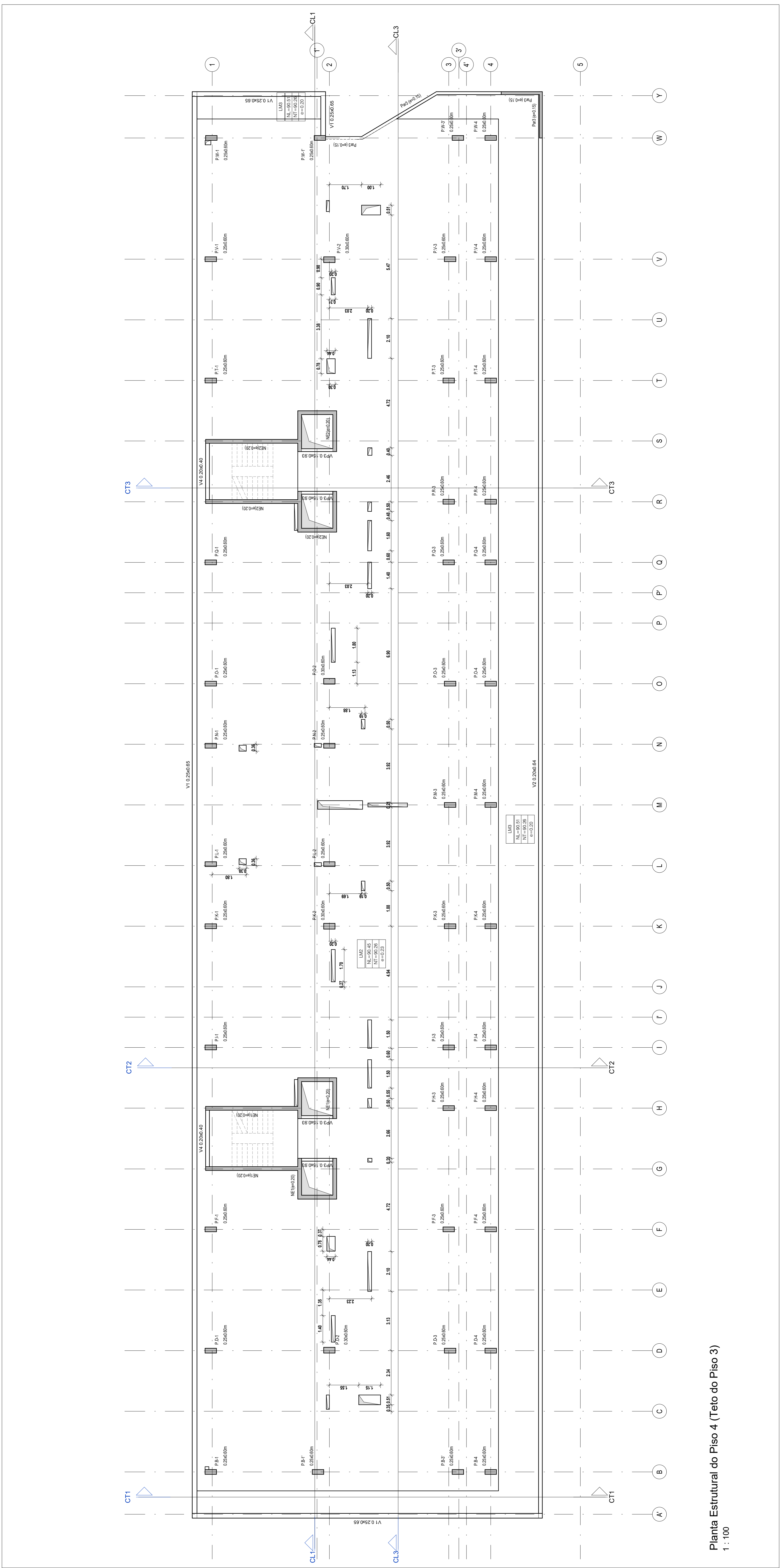
Fase	Projeto de Execução	Revisão	00
	Concepção / Coordenação geral		
	Manuel Ventura		

Direção de projeto	Luis Castro
Volume	

Tipo	Trabalho
------	----------

Escala	1 : 100	Data	2023/03/03
REF.	31621-EST-PE-V0-00-008	Pag. N.º	008

Desenhou: MS
Verificou: Checker
Aprovou: LC



Planta Estrutural do Piso 4 (Teto do Piso 3)

1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

TAG **URBANIC**
INVESTMENT GROUP
Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passado, 305 e Pisos 4000 e 4700 Porto, Portugal
T: +351 220000000 F: +351 220000000 E: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

newton
CONSULTORES DE ENGENHARIA

Av. Infante da Rainha, 256 - 480 - 172 Porto, Portugal
T: +351 220000000 E: info@newton.pt

Objeto

Local
Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade

Fase
Projeto de Execução
Versão
00
Revisão

Concepção / Coordenação geral
Manuel Ventura
Direção de projeto
Luís Castro
Volume

Tipo
Tubo

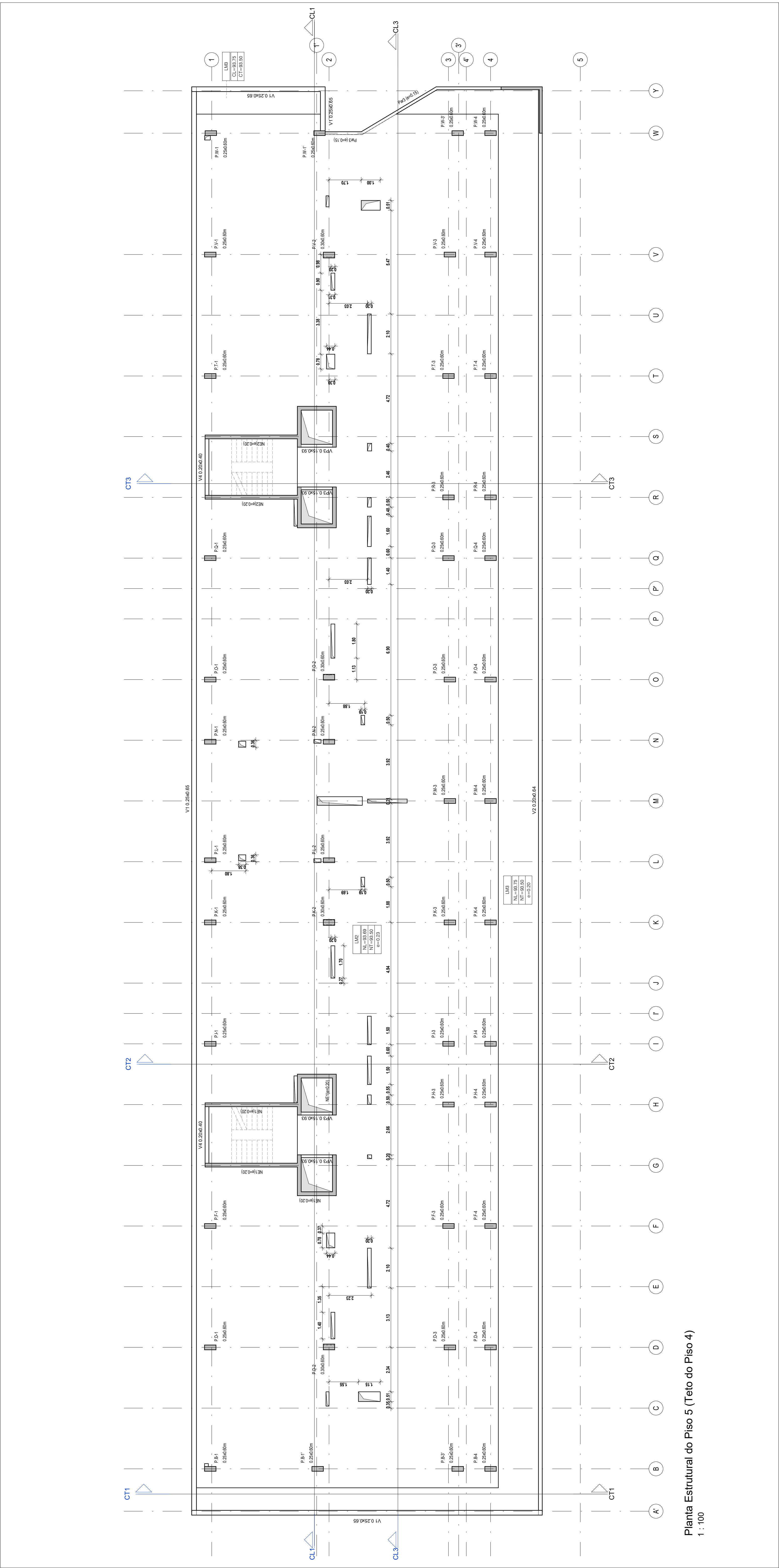
PLANTA DO PISO 4

Escala
1 : 100
Data
2023/03/03

REF.
31621-EST-PE-V0-00-009

Desenhou: MS
Verificou: Checker
Aprovou: LC

009



Planta Estrutural do Piso 5 (Teto do Piso 4)
1 : 100

00

Primeira Emissão - Execução

2023/03/03

Dono da Obra:

ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

T

AG

URBANIC

INVESTMENT GROUP

Gabinete de Arquitectura

V

ENTURA

+PARTNERS

Rua Santos Passos, 305 e Pte. 4000 - 4775 Porto - Portugal
T: +351 220000000 | E: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

newton

CONSULTORES DE ENGENHARIA

Av. António de Almeida, 2545 - 4500 - 172 Porto - Portugal
T: +351 220000000 | E: info@newton.pt

Objecto

Local

Rua Dr. Albino Aroso

Especialidade

Fase

Projeto de Execução

Concepção / Coordenação geral

Manuel Ventura

Direção de projeto

Luis Castro

Volume

Revisão

00

Tipologia

PLANTA DO PISO 5

Escala

1 : 100

REF.

31621-EST-PE-V0-00-010

Desenhado

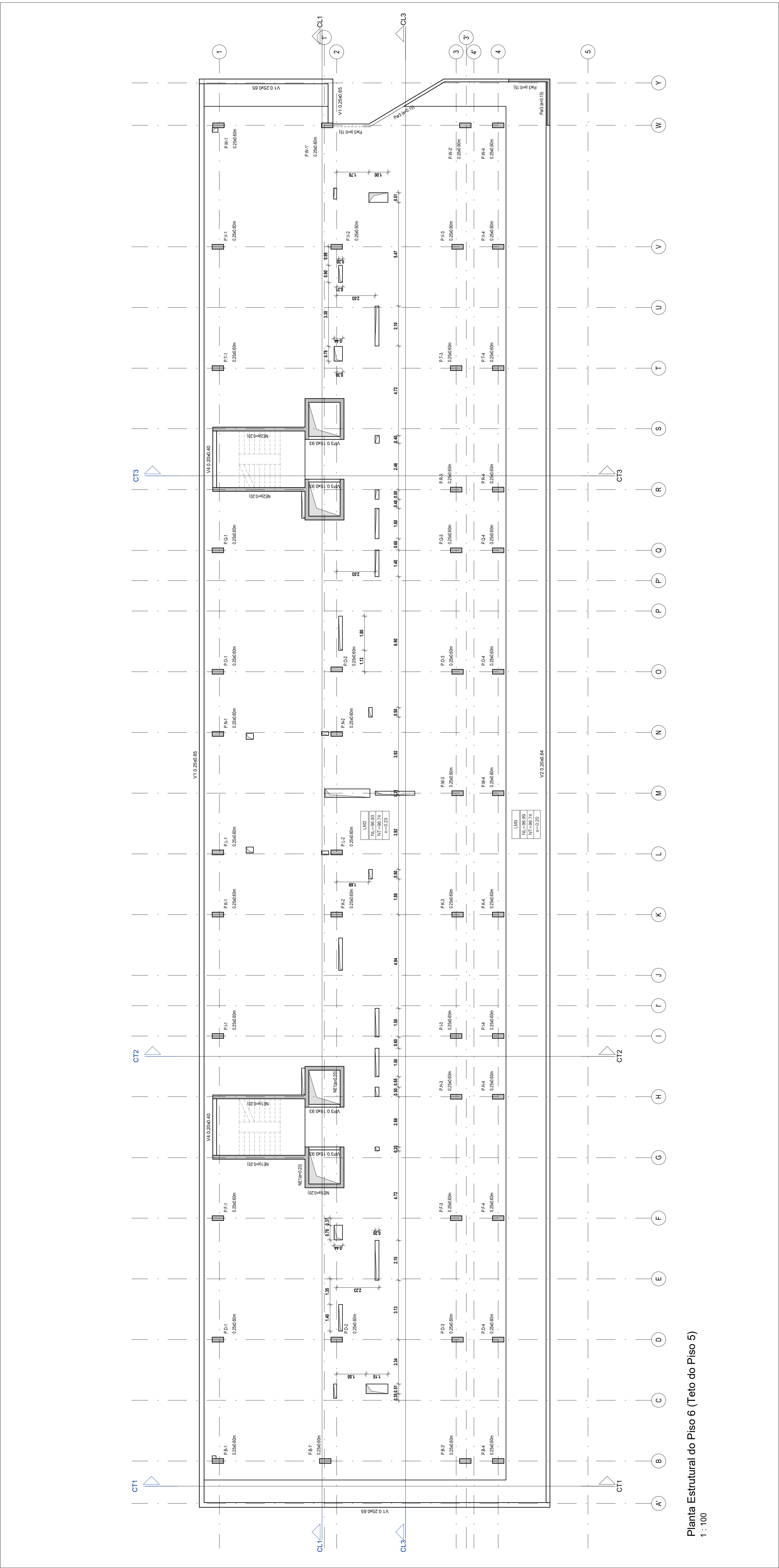
MS

Verificado

Checker

Aprovado

LC



Planta Estrutural do Piso 6 (Teto do Piso 5)

1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

TAG **URBANIC**
INVESTMENT GROUP
Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passado, 305 e Pólo 4500 - 4720 Porto - Portugal
T: +351 22 508 77 000 F: +351 22 508 77 001 E: email: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

newton
CONSULTORES DE ENGENHARIA

2º Andar da Engenharia, 2545 - 4550 - 172 Porto - Portugal
T: +351 22 508 77 000 F: +351 22 508 77 001 E: email: info@newton.pt

Objeto:

Local:
Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade:

Fase: Versão: Revisão:

Projeto de Execução 00

Concepção / Coordenação geral
Manuel Ventura

Direção de projeto
Luís Castro
Volume:

Tipo: Título:

PLANTA DO PISO 6

Escala: 1 : 100

Data: 2023/03/03

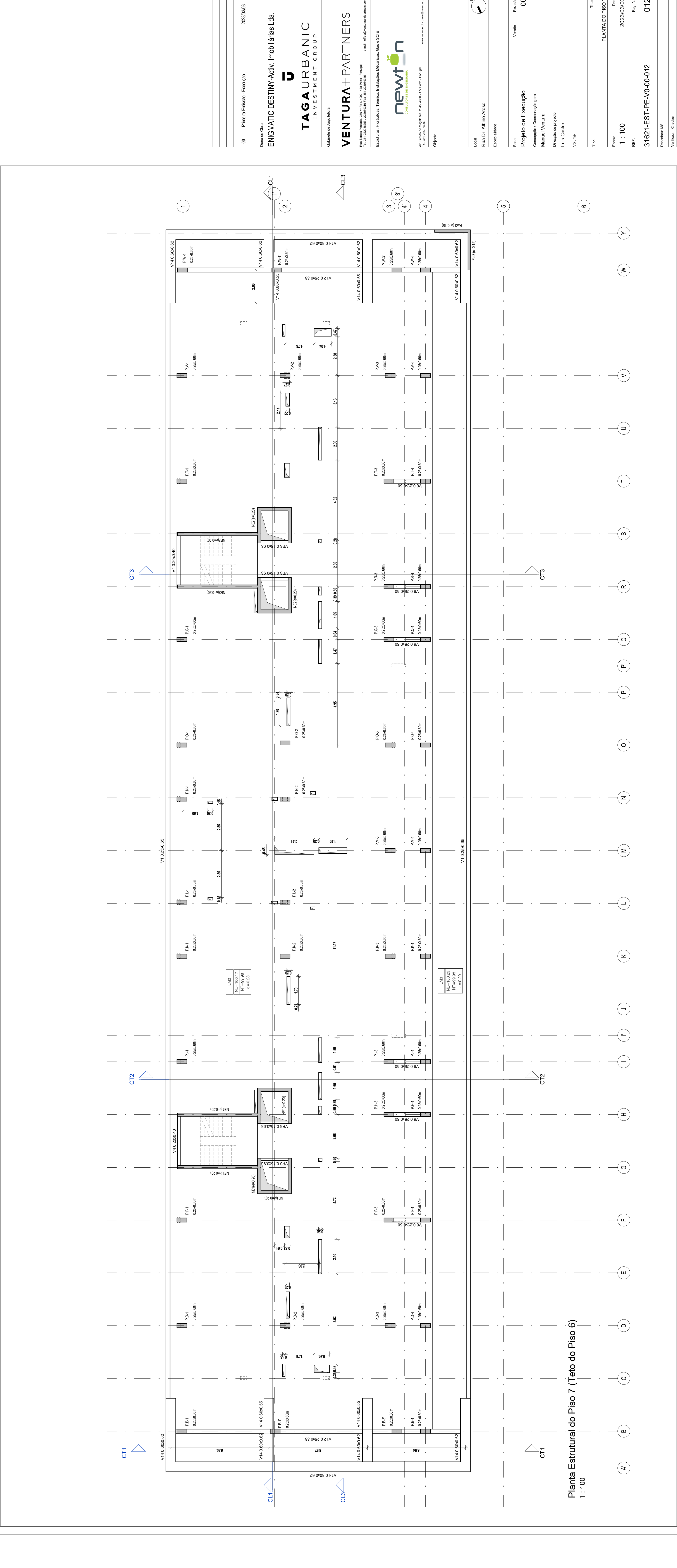
REF: 31621-EST-PE-V0-00-011

Projeto: 011

Desenhado: MS

Verificado: Checker

Aprovado: LC



Planta Estrutural do Piso 7 (Teto do Piso 6)
1 : 100

00

Primeira Emissão - Execução

2023/03/03

Dono da Obra:

ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.

T

A

G

A

U

R

B

A

N

I

C

I

N

V

E

S

T

M

E

N

T

G

R

O

U

P

Gabinete de Arquitetura

V

E

N

T

U

R

A

+

P

A

R

T

N

E

R

S

Rua Santos Passos, 305 e Piso: 4/000 - 4780 Porto - Portugal
T: +351 220 600 100 | E: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE

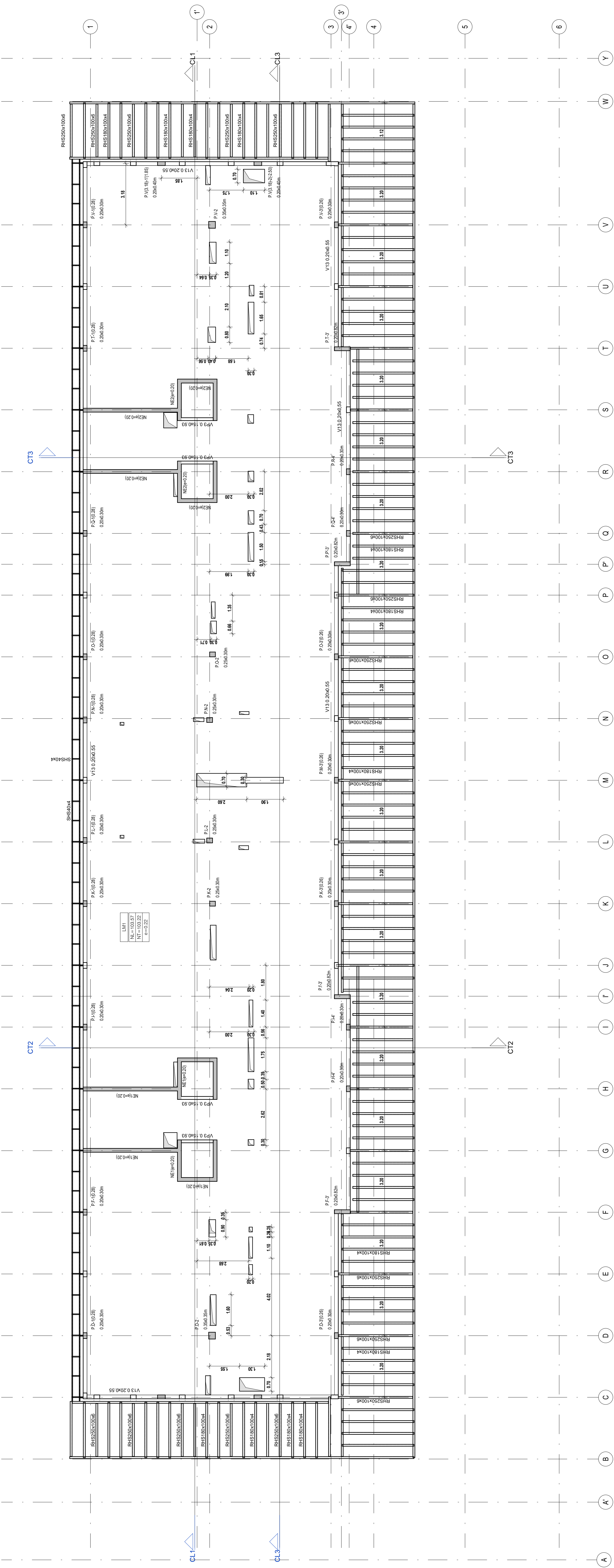
newton

CONSULTORES DE ENGENHARIA

Av. António de Almeida, 2545 - 4500 - 172 Porto - Portugal
T: +351 220 600 100 | E: info@newton.pt

Objeto:

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	
Fase	Projeto de Execução
Versão	00
Revisão	
Concepção / Coordenação geral	Manuel Ventura
Direção de projeto	Luis Castro
Volume	
Tipo	Planta do Piso 7
Escala	1 : 100
REF.	31621-EST-PE-V0-00-012
Desenhado: MS	Verificado: Checker
Aprovado: LC	



Planta Estrutural da Cobertura (Teto do Piso 7)

1 : 100

00 Primeira Emissão - Execução 2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitectura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passos, 305 e Pte. 4000 - 4720 Porto - Portugal
www.vplus.pt | email: info@venturapartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



Av. António de Almeida, 2545 - 4550 - 172 Porto - Portugal
T+351 220201000 | www.newton.pt | geral@newton.pt

Objeto:

Local:
Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade:

Fase:
Projeto de Execução
Versão:
00

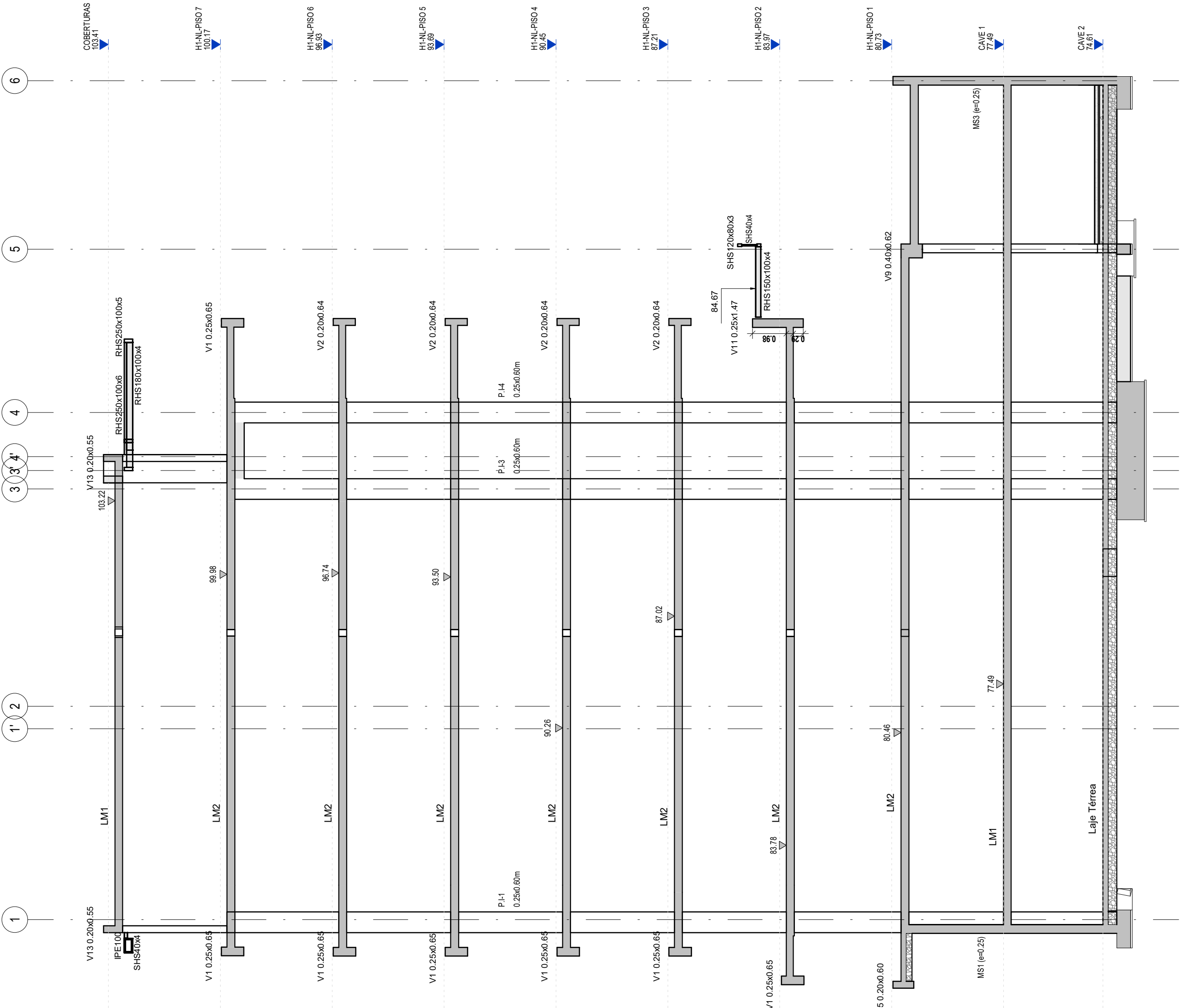
Concepção / Coordenação geral:
Manuel Ventura
Direção de projeto:
Luís Castro
Volume:

Tipo:
PLANTA DE COBERTURA

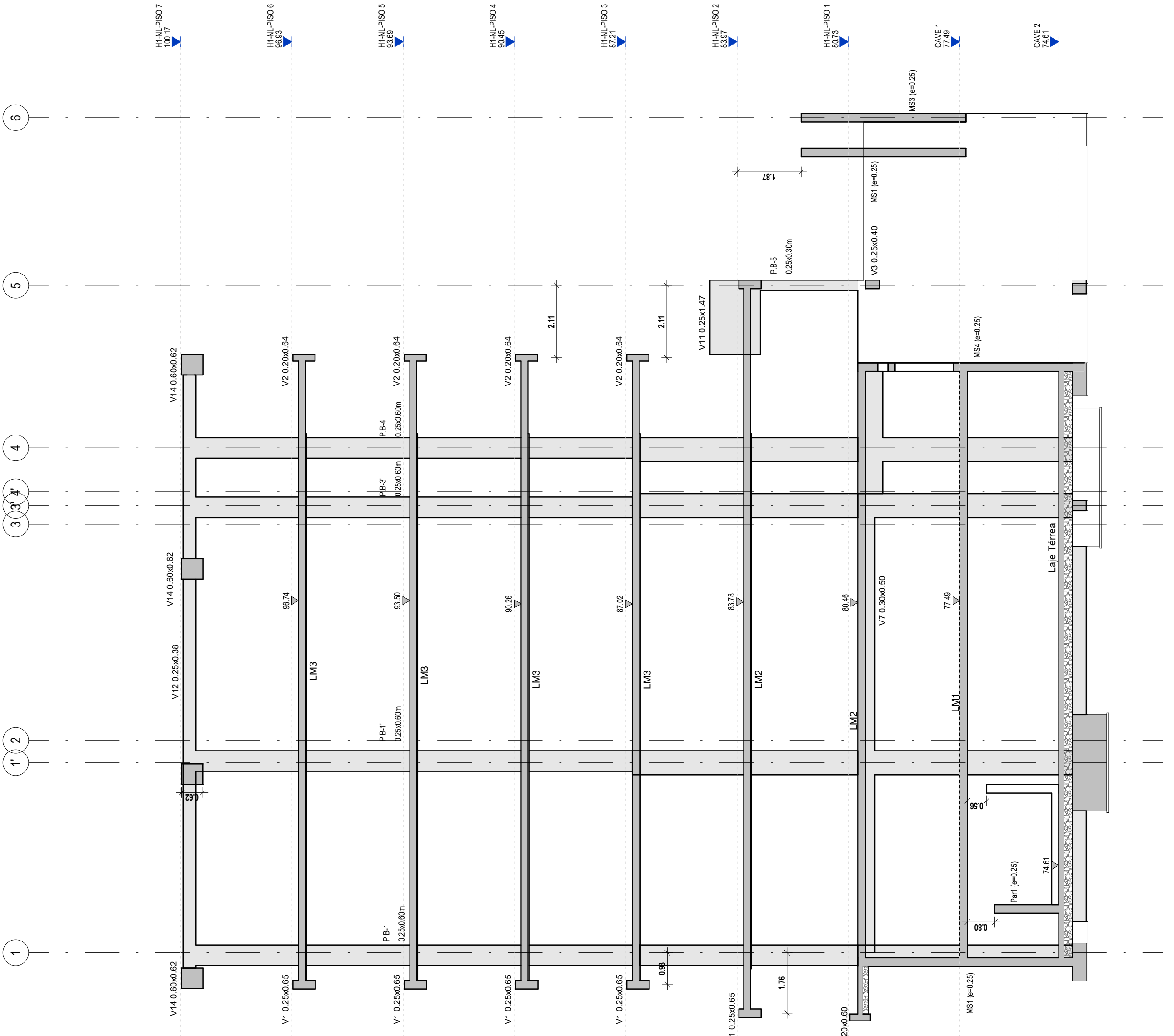
Escala:
1 : 100
Data:
2023/03/03
Pag. N.º:
013

REF.:
31621-EST-PE-V0-00-013

Desenhou: MS
Verificou: Checker
Aprovou: LC



CORTE CT2
1 : 100



CORTE CT1
1 : 100

00	Primeira Emissão - Execução	2023/03/03

Dono da Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitetura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Passos, 305 e Piso: 4.000 - 4725 Porto - Portugal
T: +351 220 607 100 F: +351 220 607 101 E: info@ventura.com

Estruturas, Hidráulicas, Técnica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



Av. António de Almeida, 254 - 4550 - 172 Porto - Portugal
T: +351 220 607 100 F: +351 220 607 101 E: info@newton.pt

Objeto:

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	

Fase	Projeto de Execução	Revisão	00
	Concepção / Coordenação geral		

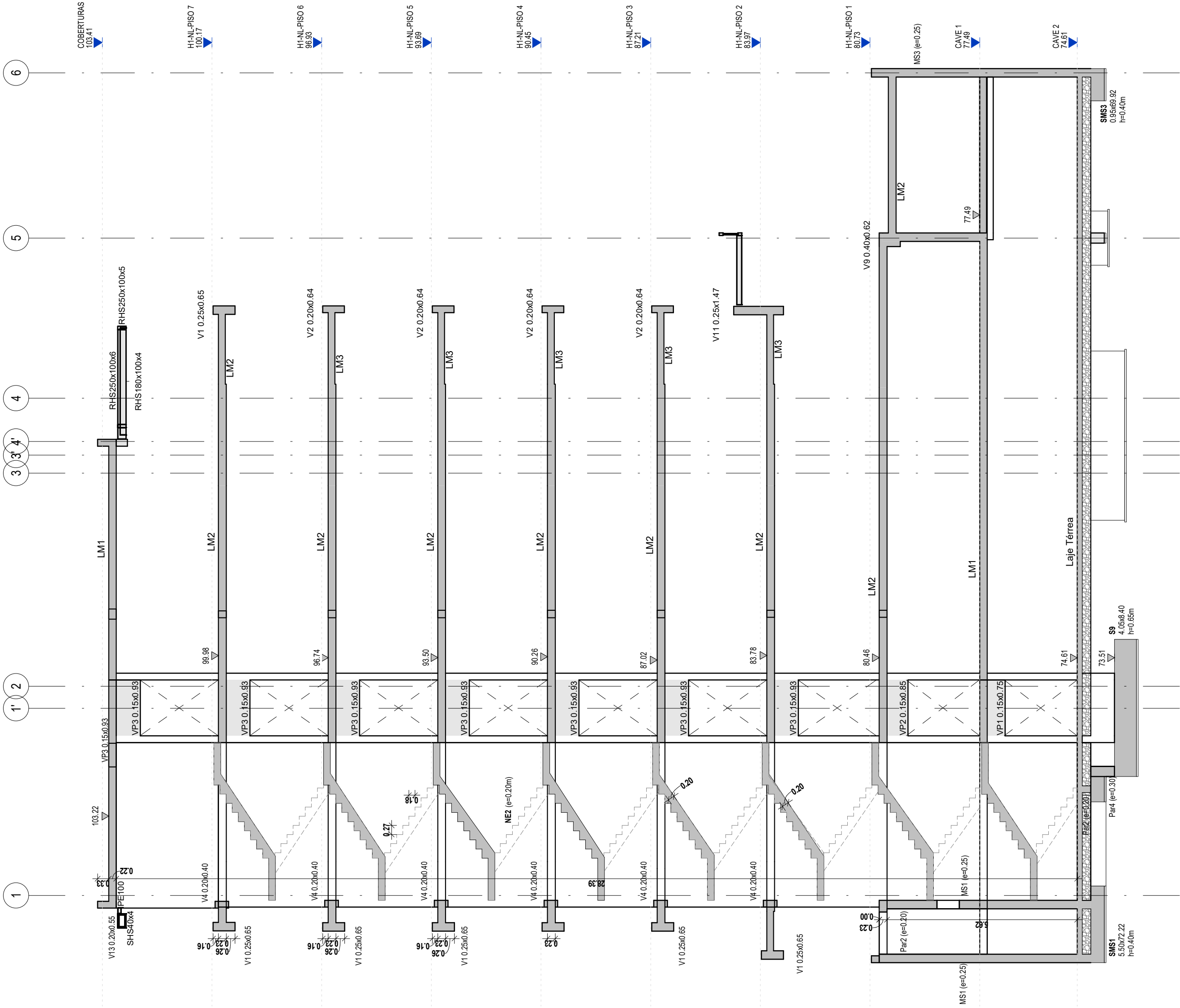
Manuel Ventura	
Direção de projeto	
Luis Castro	
Volume	

Tipo	THUS
	CORTES CT1, CT2

Escala	1 : 100	Data	2023/03/03
--------	---------	------	------------

REF.	31621-EST-PE-V0-00-016	Pág. N.º	016
------	------------------------	----------	-----

Desenhou: MS	Verificou: Checker
Aprovou: LC	



CORTE CT3
1 : 100

00	Primeira Emissão - Execução
	2023/03/03

Dono de Obra:
ENIGMATIC DESTINY-Activ. Imobiliárias Lda.



Gabinete de Arquitetura

VENTURA+PARTNERS

Rua Santos Pousada, 350, 4º Piso - 4000 - 475 Porto - Portugal
Tel. 351 222696250 / 222696251 Fax. 351 222696116
e-mail : office@venturaandpartners.com

Estruturas, Hidráulicas, Térmica, Instalações Mecânicas, Gás e SCIE



Av. Fátima de Magalhães, 2345, 4350 - 172 Porto - Portugal
Tel. 351 225076090
www.newton.pt - geral@newton.pt

Objecto

Local	Rua Dr. Albino Aroso
Especialidade	

Fase	Revisão	Versão	00
Projeto de Execução			

Concepção / Coordenação geral

Manuel Ventura

Direcção de projecto

Luís Castro

Volumetria

Tipo	Título
	CORTE CT3

Escala	Data
1 : 100	2023/03/03

REF. Pag. N.º 017

31621-EST-PE-V0-00-017

Desenhou: MS

Verificou: Checker

Aprovou: LC

Reprodução total ou parcial reservada à entidade promotora para os fins e nos termos contratuais, propriedade intelectual e direitos de autor de Manuel Ventura Arquitecto, Lda - doc. 63/65 (14 de Março)

