U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

CONTROLO DE PRAZOS COM BASE NA PRODUTIVIDADE EM CPM

NUNO FRANCISCO NELAS DA CRUZ

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

Coorientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

JULHO DE 2022

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2021/2022

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ m.ec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2021/2022 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2022*.

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

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

Agradecimentos

Com esta fase da vida minha, quase concluída, quero demonstrar a minha apreciação para com quem a partilhou e esteve presente na elaboração deste trabalho.

Começo por agradecer ao Professor Doutor Alfredo Soeiro, pela oportunidade de realizar esta dissertação e pelas críticas construtivas apresentadas durante o seu desenvolvimento.

Quero também reconhecer a contribuição, a gentileza e a motivação do Professor Rui Calejo Rodrigues, no apoio e acompanhamento, sempre presentes, ao longo da sua elaboração. Agradeço as chamadas, as reuniões, o voto de confiança, e mais ainda importante, o interesse demonstrado pelo trabalho produzido.

Aos Engenheiros Fernando Lopes, André Oliveira e Tiago Veiga, quero deixar o meu sincero obrigado pelo acolhimento, pela disponibilidade e colaboração que me prestaram. Reconheço que às vezes o processo não foi fácil, mas aprecio muito o esforço e compromisso para comigo nesta viagem.

A todos os meus amigos, quer do secundário, quer da faculdade, expresso um grande agradecimento pela companhia e suporte.

Por fim, quero agradecer às pessoas mais importantes, a minha família. Só eles sabem o quão difícil estes anos foram, e o quão perto estive de desistir. Estes cinco anos constituíram um esforço coletivo, e não teria chegado ao fim se não fosse por eles.

Resumo

O controlo da produção com base no planeamento assume um papel fulcral no decurso de qualquer obra de construção civil, pois só assim há garantia de assegurar o cumprimento dos objetivos estabelecidos, fator que constitui um dos indicadores da qualidade final da obra. Na generalidade, observa-se que a qualidade da construção, entre outros aspetos, está associada ao controlo da conformidade dos materiais aplicados e dos processos utilizados, remetendo para segundo plano o controlo da produção.

Com efeito, na atualidade, organizar, planear e gerir uma obra é importante, não só com impacto na área financeira, mas também no controlo da produtividade, visando um melhor desempenho na produção, e no cumprimento dos prazos de execução estabelecidos contratualmente.

Das várias ferramentas disponíveis, na atualidade, para planear uma obra, o método CPM não possibilita efetuar balizamentos, considerados um dos procedimentos para controlo de produtividade. Neste contexto, a presente dissertação visa avaliar a utilidade e aplicabilidade deste novo método validado com a aplicação a um caso prático, com o objetivo de realizar o controlo de prazos com base na produtividade. Para atingir este resultado, foram executados balizamentos semanais, de cada atividade em curso no período da elaboração da dissertação, o que permitiu a avaliação do método.

Para finalizar, considera-se que os objetivos do estudo efetuado, foram atingidos. Pode afirmar-se que o CPM Controlo tem potencialidades para ser desenvolvido e materializado numa ferramenta informática, que alimentada pelo registo de dados, pode no futuro complementar as soluções disponíveis destinadas ao controlo de planeamento e produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: controlo de produção, método CPM, caminho crítico, produtividade na construção

Abstract

The control of production based on planning plays a key role in the course of any construction work, as only then is there a guarantee of ensuring compliance with the established objectives, a factor that is one of the indicators of the final quality of the work. In general, it is observed that the quality of the construction, among other aspects, is associated with the control of the conformity of the materials applied and the processes used, referring to the background of the control of production.

In fact, currently, organizing, planning and managing a work is important, not only with an impact on the financial area, but also on productivity control, aiming at better performance in production, and in meeting the execution deadlines established in the current situation.

Of the various tools available today to plan a work, the CPM method does not make it possible to make beacons, considered one of the procedures for productivity control. In this context, this dissertation aims to evaluate the usefulness and applicability of this new method validated with the application to a practical case, with the objective of performing the control of deadlines based on productivity. To achieve this result, weekly beacons were performed for each activity in progress during the dissertation preparation period, which allowed the evaluation of the method.

Finally, it is considered that the objectives of the study were achieved. It can be said that CPM Control has the potential to be developed and materialized in a computer tool, which powered by data logging, can in the future complement the available solutions for planning and productivity control.

KEYWORDS: production control, CPM plan, Critical Path, productivity in construction

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos i
Resumo iii
Abstract v

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. MOTIVAÇÃO 1
1.2. PROBLEMÁTICA E ENQUADRAMENTO 1
1.3. OBJETIVOS 4
1.4. ÂMBITO 4
1.5. MÉTODO CIENTÍFICO 4
1.6. ORGANIZAÇÃO EM CAPÍTULOS DO TEMA PROPOSTO 5

2. ESTADO DA ARTE 7
2.1. INTRODUÇÃO 7
2.2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA E BIBLIOMETRIA 8
2.2.1. INTRODUÇÃO 8
2.2.2. ANÁLISE DOS DOCUMENTOS CONSULTADOS 15
2.2.3. ESTUDOS REALIZADOS 18
2.2.4. CONCLUSÕES RETIRADAS DA ANÁLISE EFETUADA AOS ARTIGOS 19
2.3. CONCEITOS GERAIS 20
2.3.1. CONCEITO DE EMPREENDIMENTO 20
2.3.2. PRINCIPAIS ENTIDADES CONSTITUINTES NUM EMPREENDIMENTO 20
2.3.3. AS DIVERSAS FASES DO PROJETO 21
2.3.4. OUTRAS DEFINIÇÕES 22
2.4. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS 23
2.4.1. DEFINIÇÃO 23
2.4.2. ENGENHARIA DE SERVIÇOS 23
2.4.3. ATUAÇÕES DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS 24
2.4.4. ÁREAS FUNCIONAIS 25

2.4.4.1. ÁREA FUNCIONAL PLANEAMENTO 25
2.4.4.2. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE 27
2.4.4.3. BALIZAMENTOS PERIÓDICOS (CONTROLO DE CONSUMOS) 29
2.4.4.4. PREVISÃO DE PRAZOS 29
2.4.4.5. MULTAS POR ATRASO 29
2.5. PRINCIPAIS TÉCNICAS DE PLANEAMENTO 30
2.5.1. INTRODUÇÃO 30
2.5.2. GRÁFICO DE GANTT 30
2.5.3. LEAN CONSTRUCTION E LPS 31
2.5.4. METODOLOGIA LOB (LINHAS DE BALANÇO) 33
2.5.5. REDE DE PLANEAMENTO PERT 35
2.5.6. MÉTODO CPM 36
2.6. PRODUTIVIDADE 36
2.6.1. INTRODUÇÃO 36
2.6.2. CONCEITOS 37
2.6.2.1. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE 37
2.6.2.2. INDICADORES DE DESEMPENHO E FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE 37
2.6.2.3. MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE 38
2.6.3. PROGRAMAS UTILIZADOS NO CONTROLO DA PRODUÇÃO 39
2.6.3.1. MS PROJECT 39
2.6.3.2. PROGRAMAS SLIGO E CCS CANDY 39

3. MÉTODO PROPOSTO 43
3.1. INTRODUÇÃO 43
3.2. OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO 43
3.3. CPM TRADICIONAL 44
3.3.1. ASPETOS GERAIS DO MÉTODO CPM TRADICIONAL 44
3.3.2. CONCEITOS 45
3.3.3. PROPRIEDADES DE AMBAS AS REPRESENTAÇÕES 48
3.4. MÉTODO CPM CONTROLO 50
3.4.1. METODOLOGIA 50
3.4.2. EXEMPLO 52

4. CASO DE ESTUDO 55

4.1. EMPRESA 55

4.2. CASO DE ESTUDO 56

4.2.1. INTRODUÇÃO 56

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 57

4.2.3. ELEMENTOS DO CONCURSO 60

4.2.4. ESTADO DA OBRA EM MARÇO 61

5. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE E APLICAÇÃO DO MÉTODO 65

5.1. INTRODUÇÃO 65

5.2. TRABALHOS DESENVOLVIDOS 65

5.3. BALIZAMENTOS SEMANAIS 66

5.3.1. SEMANA 1 (BALIZAMENTO DE 4 DE ABRIL) 66

5.3.2. SEMANA 2 (BALIZAMENTO DE 11 DE ABRIL) 67

5.3.3. SEMANA 3 (BALIZAMENTO DE 18 DE ABRIL) 68

5.3.4. SEMANA 4 (BALIZAMENTO DE 26 DE ABRIL) 69

5.3.5. SEMANA 5 (BALIZAMENTO DE 10 DE MAIO) 70

5.3.6. SEMANA 6 (BALIZAMENTO DE 17 DE MAIO) 71

5.3.7. SEMANA 7 (BALIZAMENTO DE 24 DE MAIO) 72

5.3.8. SEMANA 8 (BALIZAMENTO DE 31 DE MAIO) 72

5.4. RESULTADOS OBTIDOS 73

6. CONCLUSÕES 75

6.1. INTRODUÇÃO 75

6.2. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO 75

6.3. DIFICULDADES SENTIDAS 76

6.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 77

Referências Bibliográficas 79

ANEXOS 85

ANEXO 1. PLANO DE TRABALHOS A1.1

ANEXO 1.A. PLANO DE TRABALHOS A1.3

ANEXO 2. BALIZAMENTO DAS TAREFAS ACOMPANHADAS EM GRÁFICO DE BARRAS A2.1

ANEXO 2.A. BALIZAMENTO DA SEMANA 1 (4 DE ABRIL) A2.3

ANEXO 2.B. BALIZAMENTO DA SEMANA 2 (11 DE ABRIL) A2.5

ANEXO 2.C. BALIZAMENTO DA SEMANA 3 (18 DE ABRIL) A2.7

ANEXO 2.D. BALIZAMENTO DA SEMANA 4 (26 DE ABRIL) A2.9

ANEXO 2.E. BALIZAMENTO DA SEMANA 5 (10 DE MAIO) A2.11

ANEXO 2.F. BALIZAMENTO DA SEMANA 6 (17 DE MAIO) A2.13

ANEXO 2.G. BALIZAMENTO DA SEMANA 7 (24 DE MAIO) A2.15

ANEXO 2.H. BALIZAMENTO DA SEMANA 8 (31 DE MAIO) A2.17

ANEXO 3. BALIZAMENTO DAS TAREFAS ACOMPANHADAS ATRAVÉS DO MÉTODO DESENVOLVIDO A3.1

ANEXO 3.A. BALIZAMENTO DA SEMANA 1 (4 DE ABRIL) A3.3

ANEXO 3.B. BALIZAMENTO DA SEMANA 2 (11 DE ABRIL) A3.5

ANEXO 3.C. BALIZAMENTO DA SEMANA 3 (18 DE ABRIL) A3.7

ANEXO 3.D. BALIZAMENTO DA SEMANA 4 (26 DE ABRIL) A3.9

ANEXO 3.E. BALIZAMENTO DA SEMANA 5 (10 DE MAIO) A3.11

ANEXO 3.F. BALIZAMENTO DA SEMANA 6 (17 DE MAIO) A3.13

ANEXO 3.G. BALIZAMENTO DA SEMANA 7 (24 DE MAIO) A3.15

ANEXO 3.H. BALIZAMENTO DA SEMANA 8 (31 DE MAIO) A3.17

ANEXO 4. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE E DA MÃO DE OBRA FEITO EM EXCEL A4.1

ANEXO 4.A. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 1 (4 DE ABRIL) A4.3

ANEXO 4.B. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 2 (11 DE ABRIL).....A4.3
ANEXO 4.C. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 3 (18 DE ABRIL) A4.3
ANEXO 4.D. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 4 (26 DE ABRIL) A4.3
ANEXO 4.E. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 5 (10 DE MAIO).....A4.4
ANEXO 4.F. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 6 (17 DE MAIO).....A4.4
ANEXO 4.G. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 7 (24 DE MAIO) A4.4
ANEXO 4.H. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 8 (31 DE MAIO) A4.4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Notícia da estação RTP Notícias (11 janeiro 2022) 3

Figura 2 - Fluxograma do trabalho desenvolvido 5

Figura 3 - Nº de artigos por ano 16

Figura 4 - Nº de artigos por fonte consultada 17

Figura 5 - Artigos por autor 18

Figura 6 - Intervenientes num empreendimento (Rodrigues R. M., 2021) 20

Figura 7 - Diversas Fases que integram a elaboração de um projeto 22

Figura 8 – Sequência das fases de um processo construtivo (Rodrigues R. M., 2021) 24

Figura 9 – Exemplo de um diagrama de linhas de equilíbrio (Rodrigues R. M., 2021). 28

Figura 10 - Exemplo de gráfico de Gantt 31

Figura 11 - Exemplo de planeamento de curto prazo (Figueiredo, 2009) 33

Figura 12 - Exemplo de um diagrama de LOB (Sousa, Martins, & Monteiro, 2012) 34

Figura 13 - Exemplo de um planeamento feito em método LOB ainda por otimizar (Sousa, Martins, & Monteiro, 2012) 35

Figura 14 - Diferentes módulos do SLIGO (Arrimar, 2014) 40

Figura 15 - Simultaneidade de tarefas 45

Figura 16 - Diagrama de precedências 45

Figura 17 - Representação gráfica do conceito de margens numa rede com tarefas nas setas (Ferreira, 2011) 46

Figura 18 - Exemplo de tarefas nos nós 47

Figura 19 - Rede com atividades nas setas 48

Figura 20 - Rede com atividades nos nós 48

Figura 21 - Exemplo de um ciclo 49

Figura 22 - Tarefa fictícia 49

Figura 23 - Necessidade de representar tarefas fictícias 50

Figura 24 - Exemplo de um gráfico de barras 50

Figura 25 - Representação do método proposto 51

Figura 26 – Exemplo representado em CPM Controlo, à data zero 52

Figura 27 - Exemplo representado num gráfico de barras, à data zero 53

Figura 28 – Exemplo de um balizamento usando o método proposto 53

Figura 29 - Exemplo de um balizamento usando um gráfico de barras 53

Figura 30 - Reprogramação das atividades em Gantt 54

Figura 31 – Altice Arena, Lisboa 55

Figura 32 – Visualização do tanque MBR, em 3D 56

Figura 33 - Esquema da ETAR inicial, em processo de desativação 57

Figura 34 - Planta geral de implantação da ETAR 60

Figura 35 - Modelação do aço (8 de Março) 61

Figura 36 - Execução da cofragem do tanque MBR (14 de março) 62

Figura 37 - Betonagem das paredes do tanque MBR (16 de março) 62

Figura 38 – Remoção da cofragem do tanque MBR (22 de março) 63

Figura 39 - Betonagem do passadiço do tanque MBR (29 de março) 63

Figura 40 - Situação no final de março 2022 (29 de março) 64

Figura 41 - Fotografia da antiga ETAR (1995) 64

Figura 42 - Betonagem da escada do tanque MBR (18 de abril) 68

Figura 43 - Aplicação do revestimento ao interior do tanque MBR (26 de abril) 69

Figura 44 - Aterro e compactação da envolvente do tanque MBR (10 de maio) 70

Figura 45 - Aterro da lagoa (17 de maio)..... 71

Figura 46 - Balizamento através de CPM Control da semana 8..... 73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Lista Bibliográfica 8

Tabela 2 - Áreas Funcionais 25

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Fórmula do rendimento 27

Equação 2 - Fórmula do cálculo do trabalho em falta 29

Equação 3 - Fórmula da margem total segundo o método das tarefas nas setas 47

Equação 4 - Fórmula da margem livre segundo o método das tarefas nas setas..... 47

Equação 5 - Fórmula da margem dependente segundo o método das tarefas nas setas 47

Equação 6 - Fórmula da margem independente segundo o método das tarefas nas setas 47

Equação 7 - Fórmula da margem total segundo o método das tarefas nos nós..... 47

Equação 8 - Fórmula da margem livre segundo o método das tarefas nos nós..... 47

Equação 9 - Fórmula da margem dependente segundo o método das tarefas nos nós 47

Equação 10 - Fórmula da margem independente segundo o método das tarefas nos nós 47

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

AOA – Activities on Arrow

AON – Activities on Node

BPP – Bui Power Project

CCS – Construction Computer Software

CCTV – Closed-Circuit Television

CPM – Critical Path Method

CPS – Critical Path Segments

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

HLOB – Heuristic Line of Balance

LBMS – Location-Based Management System

LPS – Last Planner System

LOB – Linhas de Balanço (Lines of Balance)

MBR – Membrane Bioreactor

MTQ – Mapa de Trabalhos e Quantidades

P3 – Primavera

PERT – Program Evaluation Review Technique

PRFV – Plástico Reforçado com Fibra de Vidro

PPC – Percentagem de Plano Completo (Percentage Plan Complete)

RACPM – Resource-Activity Critical-Path Method

SLIGO – Sistema Local de Informação e Gestão de Obra

1
INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

A presente dissertação advém do facto do autor ter nascido numa família de engenheiros civis, e desde cedo ter sido atraído para a área da construção. A oportunidade de seguir o trabalho de uma equipa de fiscalização e acompanhar todo o evoluir de uma obra, levou a uma clara decisão. Dentro das hipóteses apresentadas no final do 4º Ano do MIEC, optou por seguir o ramo das construções, visto ser o que mais o entusiasmou.

Faz também parte do percurso da maioria dos estudantes a frequentar o ensino superior, a obrigatoriedade de elaboração de uma dissertação original para defesa de tese. Ou seja, é uma condição para concluir o Mestrado.

Dado achar mais interessante e enriquecedor profissionalmente o acompanhar uma obra desde o projeto até à sua materialização física, ao contrário da área de projeto desenvolvida em gabinete, foi com satisfação que aproveitou a ocasião de integrar uma equipa de técnicos multidisciplinares no terreno.

Outra das razões, deve-se ao facto da obra se desenrolar na proximidade da zona em que o autor reside, permitindo-lhe estar mais perto dos seus e dispor do apoio fundamental para concluir esta etapa da sua vida.

Por outro lado, juntou-se o útil ao agradável, dado que a empresa que acolheu o autor, é responsável pela fiscalização de diversas empreitadas a decorrer na região centro.

1.2. PROBLEMÁTICA E ENQUADRAMENTO

Socialmente, a construção civil possui um peso significativo nas muitas e amplas empresas que integram o setor, ao dinamizar um leque variado de especialidades, e em permanente expansão a outros mercados.

Ou seja, o setor assume uma elevada expressão, tanto a nível financeiro como social, ao mobilizar recursos humanos e materiais.

De ressalvar, que é a construção que promove as infraestruturas privadas e públicas essenciais a múltiplas atividades e serviços prestados na área da saúde, educação, indústria, cultura, comércio

e serviços, entre outros. Assim, a relevância do setor está diretamente interligada à criação de emprego, contribuindo para a expansão da economia do país.

No contexto nacional, este setor apresenta produtividades inferiores às demais indústrias. Com efeito, uma obra é um produto único, sujeita a fatores climatéricos, a alterações nos recursos humanos, e, atualmente, com um elevado grau de incerteza relativamente a prazos de entrega de materiais.

O controlo da evolução de uma empreitada, é na maioria dos casos efetuado com recurso ao controlo dos tempos previstos no plano de trabalhos. Ou seja, observa-se uma tarefa, verifica-se quanto tempo já foi dispendido na sua execução, e na perspetiva da comparação com a previsão, afere-se se a mesma está avançada ou atrasada.

No entanto, não é correto avaliar o estado de uma tarefa, apenas com base na sua duração. Exemplificando: no caso de uma tarefa se encontar 60% executada, pressupõe-se uma produção de 60%, o que pode não corresponder à realidade.

Mais importante, é assegurar o controlo de prazos através da produtividade, que se traduz na relação tempo decorrido/produção. São estes os fatores que devem ser devidamente detalhados, afim de permitir efetuar previsões mais rigorosas a partir dos balizamentos, com base nos ritmos de produção.

Quando se faz um balizamento, é necessário identificar as tarefas que à data se encontram atrasadas ou avançadas. Nesse momento, o tempo decorrido é proporcional à produção efetuada. Quando a produção é menor, deduz-se que há atrasos. Quando a produção é maior, facilmente se depreende que a execução está avançada. No entanto, a simplicidade desta programação, não é real. Com efeito, a execução de uma atividade, depende, não do tempo decorrido, mas do tempo efetivo de trabalho, conceito distinto.

De ressalvar a importância dos três conceitos, a seguir elencados:

- Tempo decorrido: Tempo que num gráfico de barras está associado ao calendário;
- Tempo de trabalho: Fracção, ou percentagem do tempo decorrido que foi utilizado para produzir a tarefa;
- Produção: Quantidade de trabalho executado.

Um balizamento, fornece informação acerca do tempo decorrido, à data da sua análise, mas é omisso no que concerne à produtividade efetiva da tarefa. Na posse da informação recolhida em obra, de forma a permitir aplicar os conceitos atrás referidos, é simples, com recurso ao gráfico de barras Gantt, efetuar uma previsão de execução temporal da tarefa.

No entanto, nem todas as ferramentas disponíveis têm evoluído no sentido de possibilitar efetuar previsões/reprogramações de tarefas com base nos ritmos de produção verificados.

O CPM é um desses métodos, muito útil na gestão de folgas, mas que não permite efetuar previsões de duração de tarefas com suporte na produtividade verificada em obra.

Ou seja, mais importante do que o tempo decorrido, é o conhecimento da quantidade produzida no tempo de trabalho. É este o conceito de produtividade. Mede a produção realizada, representada pela razão entre a produção e o tempo efetivo de trabalho.

Ora a questão da produtividade na construção é determinante para o acompanhamento de uma obra, porque é na posse de tal informação que é possível identificar atrasos, avanços ou outros problemas relacionados com prazos, permitindo tomar medidas que visem recuperar esses atrasos.

Vivem-se tempos onde a generalidade das obras públicas e privadas apresentam derrapagens significativas na sua conclusão. Com efeito, são variados os fatores do domínio público atual que têm impedido o normal desenvolvimento das empreitadas dentro dos prazos estabelecidos, nomeadamente:

- A enorme escassez de mão de obra verificada no setor atualmente;
- O alargamento dos prazos de entrega de materiais e equipamentos associado à incerteza do cumprimento de datas de entrega por parte dos fornecedores, decorrentes da pandemia;
- A falta de um adequado planeamento dos trabalhos;
- A baixa produtividade do pessoal empregue no setor;
- A sua falta de capacitação e qualificação;
- A recente guerra despoletada pela Rússia contra a Ucrânia, que está a provocar um grande impacto a nível do abrandamento do crescimento, na aceleração da inflação que atinge sobretudo os combustíveis (com efeitos indiretos em todos os setores, através dos transportes);
- A subida das taxas de juro na zona EURO.

De acordo com a seguinte notícia, publicada há um ano no site BELZUZ, esta realidade é constatada.

"Neste cenário pandémico, absolutamente excecional, surgem cada vez mais situações de atrasos de obras públicas, decorrentes de variadíssimas causas, como por exemplo, a falta de entrega atempada de materiais." (Nunes, 2021)

A pandemia covid-19 impactou as empreitadas em Portugal e veio agravar a já dura situação vivida pelos portugueses. Este é mais um dos muitos casos de obras com atrasos devido ao elevado número de isolamentos por parte dos trabalhadores, o que reduz ainda mais a mão de obra disponível no setor, como se pode visualizar na Figura 1.



Figura 1 - Notícia da estação RTP Notícias (11 janeiro 2022)

Nestas circunstâncias, é assumido que o controlo da produtividade constitui uma mais-valia para o setor, visando o acompanhamento das obras através dos registos de dados de produção e minimizando os desvios ao planeamento dos trabalhos.

1.3. OBJETIVOS

Ao abordar esta problemática, o objetivo do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um método, com recurso ao CPM, capaz de assegurar um planeamento mais rigoroso e detalhado de uma obra, com base na produtividade da mesma, visando o alcance de melhores resultados por parte das empresas construtoras.

Com base em intervenções planeadas, com recurso a gráficos de Gantt, e à técnica CPM, é pretendido comparar e analisar os resultados obtidos, no que concerne à produtividade.

Vai, portanto, tentar responder às seguintes questões de investigação:

- Será que o método CPM apresenta benefícios no controlo dos prazos das obras, comparativamente a outras ferramentas disponíveis no mercado?
- Será que o CPM permite efetuar o devido acompanhamento de uma obra?
- Será que é possível simular um gráfico de barras usando CPM, de forma a este possibilitar fazer balizamentos e controlo da produção?
- Será que a produtividade, calculada com base nos recursos humanos, e nos bens a incorporar nas respetivas tarefas, permite assegurar um adequado controlo de prazos?

1.4. ÂMBITO

A presente dissertação desenvolve-se no âmbito da fiscalização de obras, foca-se na presente realidade nacional e a sua validade não está limitada a um caso prático, sendo extensível a todas as intervenções na área da construção civil.

De destacar, que o presente trabalho se enquadra na área do planeamento e controlo de produtividade, sendo assumido que as áreas funcionais inerentes a uma obra, se interligam entre si, tal como, a conformidade, a financeira, a informação, a segurança, o ambiente e a qualidade.

O caso de estudo adotado, recai numa ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais, instalação destinada a depurar o efluente doméstico produzido numa área geográfica da Beira Alta, a qual está a ser objeto de remodelação integral.

1.5. MÉTODO CIENTÍFICO

A atual dissertação foi apoiada nos resultados obtidos na sequência da aplicação do método científico a um projeto de engenharia, sendo este descrito no seguimento deste subcapítulo.

Em primeiro lugar, é essencial compreender as características do trabalho a desenvolver. É um processo de investigação, orientado para uma questão particular, ou visando a resolução de um problema, que na situação em apreço, é o controlo da produtividade. Com este propósito, o autor teve necessidade de se familiarizar com o tópico, recorrendo a uma proposta de desenvolvimento do método CPM.

Através da procura de informação em artigos científicos, em teses, ou em notícias publicadas, sobre as temáticas relacionadas com a dissertação, procuram-se ferramentas disponíveis capazes de esclarecer e ultrapassar as dúvidas apresentadas na problemática do caso.

Oportunamente, será desenvolvida uma hipótese, neste caso um modelo, e este será trabalhado e aplicado ao caso em estudo. Após esta aplicação é julgada a sua eficácia, e caso esta seja negativa volta-se à fase de experimentação e desenvolvimento. Caso seja eficaz, extraem-se análises e conclusões.

Por fim apresentam-se e comunicam-se os resultados da hipótese concebida para o efeito.

Na Figura 2 está representado um fluxograma que descreve este processo.

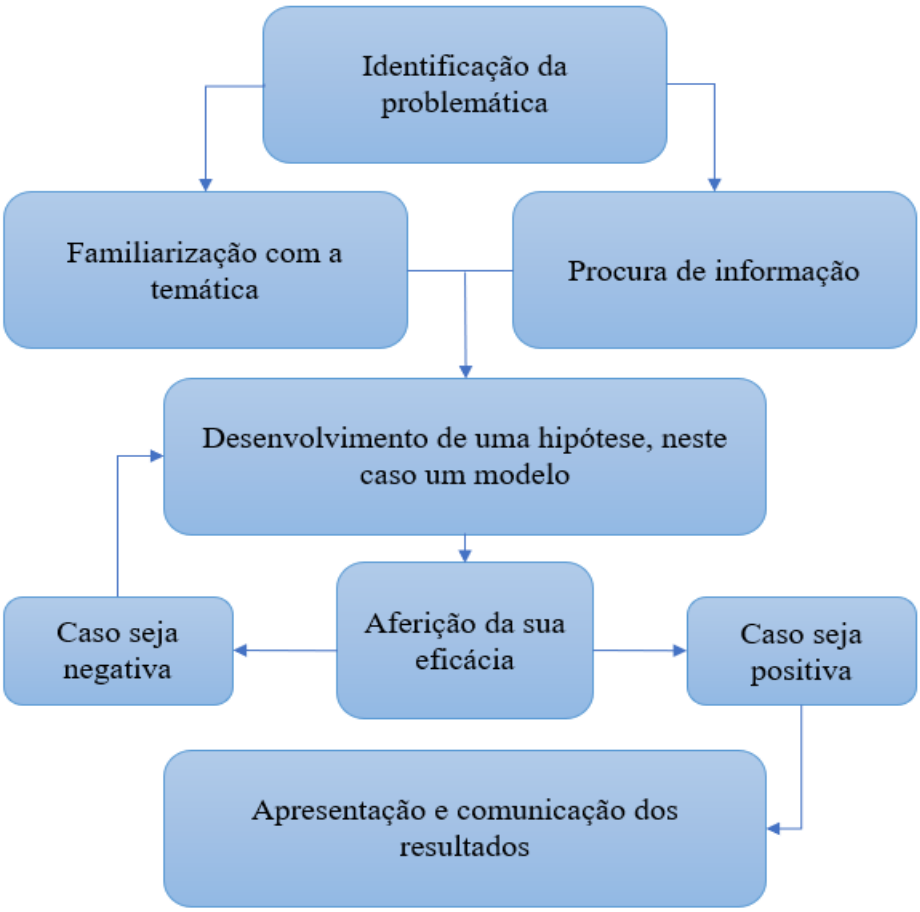


Figura 2 - Fluxograma do trabalho desenvolvido

1.6. Organização Em Capítulos Do Tema Proposto

Relativamente à organização da dissertação, esta é composta por seis capítulos, ao longo dos quais se irá afunilando o tópico.

No presente capítulo, é efetuado um enquadramento sobre o método CPM, assim como, enunciados os principais objetivos do trabalho, e analisada toda a problemática, com o intuito de demonstrar ao leitor a relevância e a atualidade deste problema.

O segundo capítulo apresenta uma revisão do conhecimento adquirido sobre o tema e também uma síntese de conceitos para ajudar o leitor a compreender a génese do trabalho. É efetuada uma análise bibliométrica da informação recolhida e usada sobre o tema, de forma a validar a presente problemática.

O terceiro capítulo concerne à interpretação da proposta do modelo base a adotar, assim como, à explicação do modelo desenvolvido, aplicável ao caso estudado.

O quarto capítulo introduz brevemente a empresa, e a obra à qual a dissertação está associada, fazendo referência à evolução do seu estado, ao longo da execução do capítulo.

Quanto ao quinto, nele é aplicado o modelo desenhado à obra, e demonstrado o trabalho realizado pelo autor durante o semestre, e inerentes resultados obtidos.

Para finalizar, o sexto e último capítulo dá lugar às principais conclusões sobre os anteriores assuntos.

Apresenta os seguintes tópicos:

- Uma síntese da tese;
- A análise dos resultados obtidos;
- As principais conclusões, e algumas recomendações a empresas do setor.

2
ESTADO DA ARTE

2.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo pretende expor o conhecimento adquirido pelo autor, que se entende ser relevante para o estudo do tema desenvolvido.

É efetuado um estudo sobre o controlo de produção, prazos e planeamento, assunto enquadrado na área da fiscalização de obras. Inclui também uma variada análise bibliométrica com o intuito de possibilitar a perceção da relevância do tema, e a sua vasta aplicabilidade ao setor. Por outro lado pretende-se identificar e fundamentar a oportunidade de investigação que levou a este trabalho.

A informação analisada é proveniente de diversas fontes, das quais de destacam:

- Artigos científicos disponíveis em sites como o WebOfScience e SCOPUS;
- Apontamentos referentes às diversas unidades curriculares do ramo de Construções;
- Dissertações de teses de antigos alunos.

O controlo permanente da produtividade, é um processo útil na execução de uma obra que se pretenda de elevada qualidade final, em todas as suas vertentes. Daí, a importância de desenvolver novos métodos ou melhorar as técnicas existentes para facilitar e permitir um adequado acompanhamento das tarefas integradas numa obra.

Neste contexto, o presente subcapítulo encontra-se dividido de acordo com os itens a seguinte indicados:

- Conceitos Gerais;
- Fiscalização de Obras;
- Principais Técnicas de Planeamento;
- Revisão da Bibliografia e Bibliometria;
- Principais Técnicas de Planeamento.

2.2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA E BIBLIOMETRIA

2.2.1. INTRODUÇÃO

Para dar início ao presente subcapítulo, são apresentados e resumidos os documentos consultados pelo autor durante a elaboração da dissertação, de forma a aprofundar e validar a temática abordada. Estes foram escolhidos através das palavras-chave apresentadas no resumo, sendo estas as seguintes:

- Controlo de produção;
- Método CPM;
- Caminho crítico;
- Produtividade na construção.

Pode-se referir que ao longo de todo o processo de investigação, este capítulo encontrava-se em permanente atualização, tendo sido introduzidos novos artigos ao longo do trabalho.

No quadro abaixo apresentado, estão listados os artigos consultados sobre o tema em questão, para que, no futuro, qualquer outro investigador possa retirar informação e usufruir do conhecimento presente nesta dissertação.

O quadro está organizado cronologicamente, do documento mais antigo para o mais recente, e menciona o título do mesmo, bem como o ano de publicação (Tabela 1).

De seguida, é efetuado um curto resumo de cada um deles, assim como referido o respetivo autor e o local de publicação.

Tabela 1 - Lista Bibliográfica

Referência	Título	Ano
[1]	The Development of the Construction Engineer: Past Progress and Future Problems	1991
[2]	CPM/LOB: New Methodology to Integrate CPM and Line of Balance	1994
[3]	Criticality in Resource Constrained Networks	1995
[4]	Lean Thinking	1996
[5]	The Pitfalls of CPM Scheduling on Construction Projects	2000
[6]	Project Management in Construction: Software Use and Research Directions	2001
[7]	Development of engineering structures for scheduling and control of aircraft maintenance	2002
[8]	Resource-Activity Critical-Path Method for Construction Planning	2003
[9]	Survey of the Construction Industry Relative to the Use of CPM Scheduling for Construction Projects	2006

[10]	Comparative Study of University Courses on Critical-Path-Method Scheduling	2006
[11]	Critical Path Scheduling under Resource Calendar Constraints	2008
[12]	Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice	2010
[13]	Critical Path Segments Scheduling Technique	2010
[14]	Foresight: A Graphically based approach to Modeling Construction Processes	2011
[15]	Program Evaluation and Review Technique (PERT) in Construction Risk Analysis	2013
[16]	Project Planning and Scheduling, the Critical Path Method Approach. BUI Power Project as a Case Study	2013
[17]	Project Scheduling by Integration of Time Cost Trade-off and Constrained Resource Scheduling	2014
[18]	CPM/LOB Scheduling Method for Project Deadline Constraint Satisfaction	2014
[19]	Improving Critical Path Method (CPM) by applying safety factor to manage delays	2016
[20]	Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS)	2017
[21]	Engineering, Procurement and Construction (EPC) Project Management for Reducing Cost and Time: A Case Study of Petrochemical Plant	2018
[22]	A Bayesian Critical Path Method for Managing Common Risks in Software Project Scheduling	2018
[23]	Scheduling of House Development Projects with CPM and PERT Method for Time Efficiency	2018
[24]	Time and Cost Optimization in Feasibility Test of CCTV Project using CPM and PERT	2019
[25]	Implementation of Critical Path Method in Project Planning and Scheduling	2019
[26]	Scheduling Manufacturing Process Layout of a Kurti Applying Critical Path Method	2019
[27]	Survey Comparing Critical Path Method, Last Planner System, and Location-Based Techniques	2019

[28]	Delay Analysis in Construction Projects with no updated Work Schedules	2020
[29]	A Fixed Start Scheduling Approach for Repetitive Construction Projects	2020
[30]	A Proposal of Project Management practices in Public Institutions through a Comparative Analyses of Critical Path Method and Critical Chain	2022

Artigo [1]

Autor: John W. Fondahl

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Necessidade de implementar novas técnicas, reduzir conflitos, melhorar relações contratuais e aumentar o trabalho de equipa profissional. Problemas nas áreas de planeamento de projeto.

Artigo [2]

Autor: Saad A. Suhail, Richard H. Neale

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Refere os usos do CPM e do LOB na indústria e os desafios destes. Propõe uma nova metodologia que integre o CPM e o LOB (CPM/LOB).

Artigo [3]

Autor: J. A. Bowers

Local de Publicação: *Journal of the Operational Research Society*

Resumo: Revisão e correção do método de cálculo do tempo de folga de uma atividade e discussão de como o usar no planeamento do projeto.

Artigo [4]

Autor: James P. Womack, Daniel T. Jones

Local de Publicação: *Journal of the Operational Research Society*

Resumo: Visa reduzir prazos, reduzindo desperdícios. Explica o conceito de Lean.

Artigo [5]

Autor: Ian A. Street

Local de Publicação: *Cost Engineering*

Resumo: Discussão de cinco obstáculos associados ao corrente uso CPM no planeamento de um projeto e sugestões em como lidar com eles e até evitá-los.

Artigo [6]

Autor: Matthew J. Liberatore, Bruce Pollack-Johnson, Collen A. Smith

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Inquérito focado no futuro dos softwares de planeamento de controlo de um projeto. Estudo incide sobre preferências, necessidades, características e comparações entre os diferentes softwares.

Artigo [7]

Autor: P. Samaranayake, G. S. Lewis, E. R. A. Woxvold, D. Toncich

Local de Publicação: *International Journal of Operations & Production Management*

Resumo: Aplicação do CPM, em ligação a outros programas para executar o controlo da gestão na manutenção de aviões.

Artigo [8]

Autor: Ming Lu, Heng Li

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Referidas as limitações do CPM no planeamento de recursos, analisados antigos estudos e proposta de um novo método chamado RACPM.

Artigo [9]

Autor: Patricia D. Galloway

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Estudo extensivo da indústria da construção relativo ao uso do CPM no planeamento de um projeto.

Artigo [10]

Autor: Patricia D. Galloway

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Estudo comparativo entre Universidades de todo o mundo quanto ao ensino do CPM.

Artigo [11]

Autor: Ming Lu, Hoi-Ching Lam

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Uso do popular software P3 (Primavera) como uma ferramenta para investigar a prática corrente do CPM no planeamento, perante recursos limitados e restrições no calendário.

Artigo [12]

Autor: Yakubu Adisa Olawale; Ming Sun

Local de Publicação: *Construction Management and Economics*

Resumo: Inquérito realizado no Reino Unido visando conhecer os fatores que levam à dificuldade de cumprir os objetivos impostos a nível dos prazos e dos custos.

Artigo [13]

Autor: Tarek Hegazy, Wail Menesi

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: Análise dos problemas do método CPM e proposta de um novo método chamado CPS com objetivo de combater as dificuldades do CPM.

Artigo [14]

Autor: Ian Flood

Local de Publicação: *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*

Resumo: Apresenta um novo programa, o Foresight, para substituir o uso do CPM na modelação do planeamento e controlo de um projeto de construção.

Artigo [15]

Autor: Mei Liu

Local de Publicação: *Applied Mechanics and Materials*

Resumo: Refere a dificuldade do CPM para lidar com incertezas durante a fase de construção e sugere o PERT como substituto na análise de riscos.

Artigo [16]

Autor: Salifu Katara, S. K. Amponsah

Local de Publicação: *International Journal of Sciences*

Resumo: Visa minimizar o tempo do projeto sujeito aos recursos disponíveis utilizando o CPM como uma ferramenta de planeamento, programação e coordenação de atividades, usando o BPP como caso de estudo.

Artigo [17]

Autor: Sanjay Tiwari, Sparsh Johari

Local de Publicação: *Journal of the Institution of Engineers (India)*

Resumo: Introduz um processo para melhorar o CPM e refere suposições quanto ao mesmo.

Artigo [18]

Autor: Hamid Reza Zolfaghar Dolabi, Abbas Afshar, Reza Abbasnia

Local de Publicação: *Automation in Construction*

Resumo: Este artigo insere uma nova metodologia chamada "Heuristic line of balance" (HLOB) com o objetivo de melhorar o CPM/LOB na determinação do prazo de execução de um projeto.

Artigo [19]

Autor: A. Moghayedi

Local de Publicação: *Scientia Iranica*

Resumo: Uso do CPM na determinação do risco das tarefas, no respetivo controlo e na monotorização da segurança para minimizar atrasos e acidentes.

Artigo [20]

Autor: Hylton Olivieri, Olli Seppänen, Ariovaldo Denis Granja

Local de Publicação: *Construction Management and Economics*

Resumo: Proposta de um novo sistema LBMS para planear um projeto, em oposição ao CPM, visando maximizar a produtividade e minimizar as interrupções.

Artigo [21]

Autor: Supakan Sangroungrai, Pichit Sukchareonpong, Suwitchaporn Witchakul

Local de Publicação: *5th International Conference on Business and Industrial Research*

Resumo: Aplicação de PERT e CPM ao desenvolvimento de um método ótimo para minimizar a duração do projeto num caso de estudo.

Artigo [22]

Autor: Ngoc-Tuan Nguyen, Quyet-Thang Huynh, Thi-Huong-Giang Vu

Local de Publicação: *The 9th International Symposium on Information and Communication Technology*

Resumo: Usa o Bayesian Networks nas incertezas de modelo e incorpora-o no CPM. Analisa também riscos no planeamento do projeto e propõe um modelo de dezanove fatores de riscos comuns.

Artigo [23]

Autor: Muhammad Kholil, Bonitasari Nurul Alfa, Madjumsyah Hariadi

Local de Publicação: *IPO Conf. Series: Earth and Environmental Science 140*

Resumo: Caso de estudo, com efeito de servir de comparação entre o CPM e o PERT no planeamento do prazo de execução.

Artigo [24]

Autor: Muhammad Ridho Bintang, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno

Local de Publicação: *2019 International Conference on Information and Communications Technology*

Resumo: Tem como objetivo apurar a relação custo/prazo ótimo, necessária para completar o projeto de CCTV usando CPM.

Artigo [25]

Autor: S. Atin, R. Lubis

Local de Publicação: *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 662*

Resumo: Este estudo teve como objetivo encontrar o caminho crítico na implementação de um projeto e aferir quais os projetos que podem ou não sofrer atrasos sem afetar o prazo final do mesmo, usando CPM.

Artigo [26]

Autor: T. Thulasimani, K. Arasu, A. Yazharasu

Local de Publicação: *International Conference on Materials, Manufacturing ad Machining 2019*

Resumo: Aplicação de CPM na produção de kurti e os seus benefícios.

Artigo [27]

Autor: Hylton Olivieri, Olli Seppänen, Thais da C. L. Alves, Natalie M. Scala, Vincent Schiavone, Min Liu, Ariovaldo Denis Granja

Local de Publicação: *Journal of Construction Engineering and Management*

Resumo: O presente estudo serviu para comparar os diferentes sistemas de gestão de projetos ao nível do controlo da produtividade e do controlo do planeamento.

Artigo [28]

Autor: Osman Hürol Türkakin, Ekrem Manisali, David Arditi

Local de Publicação: *Engineering, Construction and Architectural Management*

Resumo: Tem como objetivo desenvolver um método para estimar atrasos, usando apenas a informação mantida na obra.

Artigo [29]

Autor: Francisco Moreno, Francisco Orozco, Omar Rojas, Bolivar Senior, Mani Poshdar, Eric Forcael

Local de Publicação: *Journal of Civil Engineering*

Resumo: Proposta de um método que visa controlar o início das atividades e garantir a execução do projeto no prazo previsto. Comparação do novo método com CPM.

Artigo [30]

Autor: Kleopatra Petroutsatou

Local de Publicação: *International Journal of Construction Management*

Resumo: Demonstração dos benefícios do CCPM no planeamento e monotorização de obras públicas.

2.2.2. ANÁLISE DOS DOCUMENTOS CONSULTADOS

De ressalvar que alguns dos documentos consultados revelaram não ser pertinentes para a dissertação. No entanto, estão ligados à temática, sendo o autor da opinião que podem vir a ser úteis para futuros estudos subordinados ao tema.

Agora importa efetuar uma análise da documentação consultada para a execução do trabalho.

Os documentos são organizados e agrupados, de acordo com o ano e local de publicação.

A Figura 3 indica a distribuição dos documentos consultados pelo autor, temporalmente.

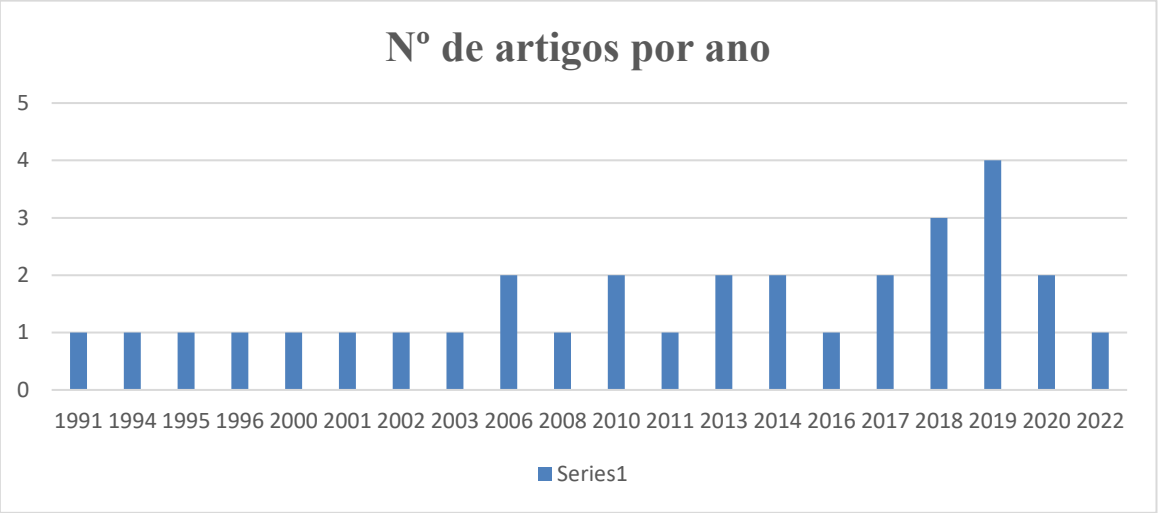


Figura 3 - Nº de artigos por ano

Da Figura 3, é possível constatar que o uso do tópico CPM, é vasto, e amplamente estudado, com enfase na segunda década do presente século.

Tendo o método CPM origem nos anos 50, apesar de se encontrarem disponíveis artigos bastante mais antigos, o seu interesse é reduzido. Este facto é justificado devido à evolução do método, ao aumento do nível de exigência de qualidade dos projetos de execução/obra, à necessidade atual de controlo da produtividade e custos, bem como à tendência para a diminuição dos prazos de execução.

Outro exercício que o autor acha interessante efetuar, é refletir sobre a origem da publicação destes documentos, por fonte, o qual pode ser observado na Figura 4.

Em resumo, a maioria do material usado no presente trabalho é proveniente de jornais científicos e congressos internacionais. Com efeito, grande parte dos artigos acedidos estão presentes no *Journal of Construction Engineering and Management,* sendo que este pertence à célebre e conceituada *American Society of Civil Engineers.*

Mais uma vez, verifica-se que esta temática é bastante disseminada, discutida, e mesmo referida em diversos jornais de áreas distintas, tais como:

- Engenharia;
- Arquitetura;
- Aviação;
- Fabricação de roupa;
- Ciência;
- Economia;
- Conferências sobre o ambiente.

É, portanto, um tema que pode ser desenvolvido em qualquer área de negócio, atestando que o planeamento não é apenas aplicável à engenharia.



Figura 4 - Nº de artigos por fonte consultada

A Figura 5 demonstra o elevado número de autores que desenvolveram estudos dentro da temática, confirmando a dimensão do tópico, reforçando a ideia da diversidade de informação, e atestando que se está perante um tema universal.

Os artigos encontrados provêm de um grande número de países, tais como: Índia, Bangladesh, Estados Unidos da América, Gana, Reino Unido, Filipinas, Hong Kong, Grécia, China, Alemanha, Austrália, Irlanda, Itália, Indonésia, Japão, Malásia, Nova Zelândia, Suécia, Singapura, Tailândia, Canadá, Vietname, México, Chile, Turquia, Finlândia, Brazil, Irão, entre outros.

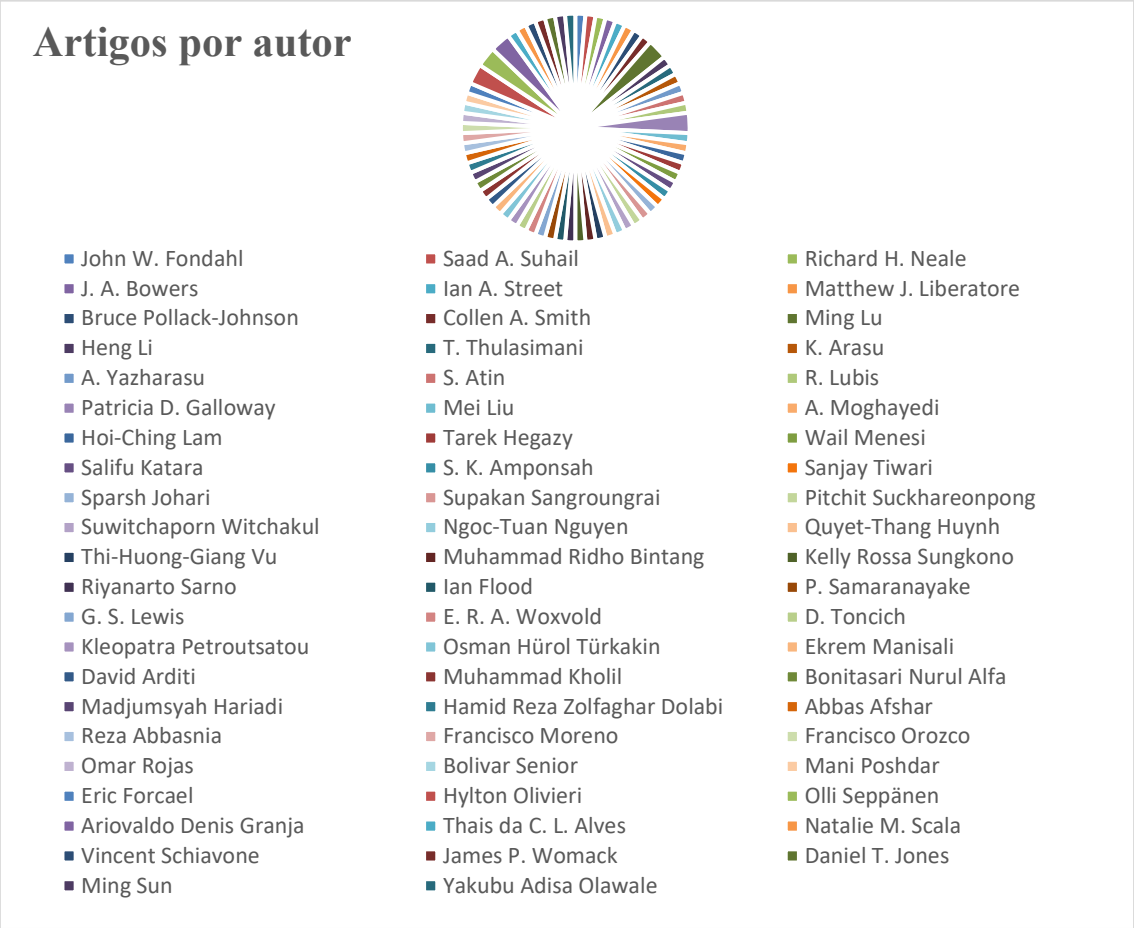


Figura 5 - Artigos por autor

2.2.3. Estudos Realizados

De um modo geral, os autores concordam que o método CPM constitui uma mais-valia para o setor da construção civil.

Segundo um estudo (Galloway, 2006), publicado no Journal of Construction Engineering and Management, a grande maioria das pessoas inquiridas afirmou que o CPM trouxe para o setor os benefícios a seguir elencados:

- Melhor planeamento na fase que antecede o início dos trabalhos;
- Conhecimento mais aprofundado do projeto/obra;
- Controlo de prazos mais eficiente no decorrer da obra;
- Articulação mais eficaz entre os membros técnicos que constituem a equipa responsável pela execução dos trabalhos;
- Facilidade da análise de alterações/incumprimentos de prazos;
- Controlo atempado dos prazos, no caso de ocorrerem desvios;
- Minimização de eventuais atrasos;
- Melhor relacionamento entre Empreiteiro e Dono de Obra;
- Possibilidade de encurtar a duração de algumas tarefas;
- Celeridade na resposta aos problemas que possam surgir durante a obra;
- Otimização de custos e prazos;

- Aquisição de conhecimentos e experiência a aplicar em futuras obras;
- Possibilidade de analisar situações "what if";
- Acessível na sua utilização corrente;
- Ferramenta útil para clarificar problemas de planeamento.

Apesar das inúmeras vantagens reconhecidas, o estudo também elenca algumas debilidades.

São elas:

- Exige muito tempo e esforço para ser corretamente implementado, e surtir resultados;
- A sua aplicação exige grande dependência de técnicos especialistas do método;
- Não responde eficazmente, no imediato, à introdução de alterações;
- Para constituir uma ferramenta útil, é necessário atualizá-la com regularidade;
- Ferramenta de difícil interpretação para pessoal não qualificado.

Algumas das conclusões retiradas deste estudo, atestam que o uso do CPM é determinante na atualidade, sendo que a generalidade da população abrangida acredita que este método se traduz numa mais-valia, sendo da opinião que deveria haver mais técnicos habilitados para o utilizar.

Recentemente, em 2019, foi elaborado outro estudo (Olivieri, et al., 2019), visando a análise e comparação dos vários métodos de controlo de planeamento disponíveis no mercado, nomeadamente: Critical Path Method, Last Planner System e Location-Based Scheduling.

- 71% dos participantes (num universo de 532) recorrem ao CPM, enquanto 40% usam LBS e por fim apenas 28% trabalham com LPS, sendo permitida mais do que uma resposta. Daqui, é possível concluir que o CPM é o sistema mais usado para planeamento e controlo de prazos.
- Enquanto o CPM é mais benéfico na análise e definição do caminho critico, os outros métodos trazem uma mais-valia relativamente à capacidade de lidar com alterações do plano de trabalhos, contribuindo para uma melhoria do controlo da produção, sendo esta uma das fraquezas identificadas na metodologia CPM.

2.2.4. Conclusões retiradas da análise efetuada aos Artigos

O CPM é um assunto objeto de grandes discussões no mundo da engenharia, como se comprova no leque imenso de artigos publicados. Neles, são propostos novos métodos e novas utilizações para o Critical Path Method.

No entanto, para o desenvolvimento do método, concebido e implementado pelo autor na presente dissertação, nenhum provou ser relevante, pois o trabalho executado pelo autor foi original e apoiou-se em bases antes não usadas.

O método concebido visa simular um gráfico de barras usando CPM, dando potencial a este para efetuar o controlo da produção e o respetivo controlo de prazos. Este tipo de trabalho não está presente em nenhum artigo internacional, propondo este, outra forma para lidar com as insuficiências do método tradicional.

Os artigos números 29, 20, 19, 17, 16, 13, 12, 8 e 2, serviram de inspiração para o trabalho desenvolvido pelo autor, pois propõem outros métodos para substituir o CPM tradicional.

Quanto às diferentes técnicas de planeamento, o estudo efetuado pelo artigo 27, provou ser interessante e complexo, tendo ajudado o autor a compreender as vantagens e desvantagens das

diferentes ferramentas disponíveis no mercado. Através deste estudo foi possível identificar o fraco controlo da produtividade efetuado através da metodologia CPM.

2.3. CONCEITOS GERAIS

É necessário esclarecer o leitor sobre alguns dos termos a seguir mencionados, enquadrando-o melhor na génese do trabalho efetuado.

2.3.1. CONCEITO DE EMPREENDIMENTO

Com efeito, o conceito de empreendimento pode apresentar distintas definições.

Contudo, o autor assume que é possível designar um empreendimento como um grupo de atividades relacionadas reciprocamente, que exigem um adequado planeamento, levadas a cabo por diferentes trabalhadores, de forma moderada, ou contida por meios humanos e/ou materiais restritos, tal como é o caso dos prazos, com o intuito de materializar um produto final, garantindo a plena satisfação do consumidor final.

Em resumo, considera-se que um empreendimento é em si um trabalho único e temporário, com datas de começo e fim rigorosamente estabelecidas entre as partes. É geralmente conduzido por uma entidade formada apenas para esse propósito, sendo que esta cessa funções no final da sua execução (Carneiro, 2012).

2.3.2. PRINCIPAIS ENTIDADES CONSTITUINTES NUM EMPREENDIMENTO

Como se destaca da leitura da Figura 6, a execução de um empreendimento integra várias entidades, entre as quais, se destacam as mais relevantes: o Dono de Obra, o Projetista, o Empreiteiro e, por vezes, as Entidades Licenciadoras.

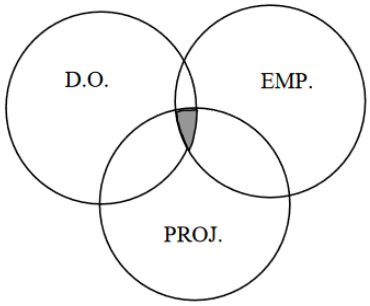


Figura 6 - Intervenientes num empreendimento *(Rodrigues R. M., 2021)*

Pode também incluir uma equipa responsável pela Fiscalização, o que é sempre recomendável, mas nem sempre acontece.

Com o intuito de distinguir as funções adstritas a cada uma das entidades referidas, resume-se de seguida as atribuições de cada uma:

- **Dono de Obra** – Apresentado também por promotor, é a entidade individual ou coletiva, a cargo de quem a obra é executada. É responsável por estabelecer os objetivos do projeto, as respetivas características, os inerentes prazos de execução e montantes financeiros. Segundo a legislação em vigor, compete ao Dono de Obra contratar a equipa de Fiscalização.
- **Projetista** – Entidade contratada pelo Dono de Obra e responsável pela elaboração e definição do projeto que integra todas as especialidades. É constituída pelos diversos técnicos que participam no projeto, e inclui a figura designada por Coordenador de Projeto (no caso de a obra implicar mais do que uma especialidade).
- **Empreiteiro** – É a entidade responsável pela execução de uma obra. Na atualidade é frequente o recurso a subempreitadas, sendo crucial que o empreiteiro controle a relação entre as diferentes equipas, não negligenciando o desenvolvimento dos respetivos trabalhos de execução a decorrer.
- **Entidades Licenciadoras** – Asseguram a garantia do cumprimento da legislação em vigor aplicável no domínio de cada uma das especialidades. Aprovam o projeto final, e atribuem uma licença à execução dos trabalhos.
- **Fiscalização** – Compete ao Dono de Obra contratar a respetiva a equipa de Fiscalização. Genericamente é responsável pelo acompanhamento dos trabalhos, controlo de custos, prazos e qualidade, devendo garantir a execução do projeto aprovado, e eventuais alterações surgidas no decorrer da obra. Destina-se também a facilitar a comunicação entre os demais participantes no processo, e clarificar a relação existente, visto que uma empreitada de construção não é mais que a relação entre os diversos intervenientes. Desta forma a Fiscalização é como que *"um lubrificante num motor"* (Rodrigues R. M., 2021).

2.3.3. As Diversas Fases do Projeto

É através de um projeto de execução que a obra se rege. Com efeito, as diferentes peças escritas (memória descritiva e justificativa, cadernos de encargos, …) e desenhadas que o compõem, devem definir de forma clara e pormenorizada a obra final, não colocando dúvidas a quem a executa.

Um projeto de execução completo, é composto pela Arquitetura e pelas diversas especialidades da Engenharia necessárias à sua integral implementação.

De acordo com o estabelecido na Lei nº 40/2015, de 1 de junho, a sua execução abarca as fases discriminadas na Figura 7.



Figura 7 - Diversas Fases que integram a elaboração de um projeto

- **Programa Preliminar** – Conjunto de informação recolhida pelo Dono de Obra e cedida ao Projetista.
- **Programa Base** – Documento elaborado pelo Projetista (ou equipa), tendo por base o programa preliminar disponibilizado. Verificada a sua viabilidade, após análise de possíveis soluções ajustadas às condicionantes do local, e após aprovação pelo Dono da Obra, servirá de base ao desenvolvimento das fases subsequentes.
- **Estudo Prévio** – Documento também elaborado pelo Projetista, na sequência da aprovação do programa base, e que se destina a desenvolver a solução definida no que concerne à conceção geral da obra.
- **Anteprojeto** – Consiste no desenvolvimento do estudo prévio aprovado pelo Dono da Obra, contribuindo para esclarecer eventuais dúvidas sobre a solução proposta, e a pormenorizar alguns aspetos mais relevantes. Em termos gerais, constitui a base a que deve obedecer o projeto de execução final.
- **Projeto de Execução** – Documento resultante do estudo prévio ou do anteprojeto aprovado. Nesta fase, deverão ser integrados os projetos das respetivas especialidades, o mapa de medições de todos os trabalhos a realizar, uma estimativa global dos custos associados, bem como deverá incluir um caderno de encargos com uma completa e rigorosa definição de todos os elementos necessários à melhor execução dos trabalhos.
- **Assistência Técnica** – Abrange o apoio técnico prestado pela equipa projetista envolvida na elaboração do projeto, ao Dono da Obra, durante a fase de construção.

2.3.4. Outras Definições

O presente subcapítulo, pretende evidenciar outros conceitos necessários para a compreensão do tema, relativamente ao projeto e a todo o inerente processo construtivo.

- **Peças do Projeto** – Documentos sob a forma de peça desenhada ou escrita, que definem as diferentes partes que compõem o projeto, e pelas quais se rege a obra.
- **Omissões** – Artigos não expressos no mapa de trabalhos, mas que integram o projeto.
- **Erros** – Podem ser de duas espécies: quantidade (quando o mapa de trabalhos menciona uma quantidade diferente da medida no projeto) e qualidade (se a descrição do trabalho patenteada no mapa de quantidades, está desconforme com o projeto).
- **Incompatibilidades** – Discrepâncias entre as diversas peças integrantes do projeto, que inviabilizam o seu cumprimento integral.

- **Empreitada** – Contrato celebrado entre duas partes, no qual, uma é obrigada a realizar um trabalho em observância de determinadas condições, e num prazo estabelecido, e a outra é obrigada a remunerar quem executa.
- **Equipas Produtivas** – Define e quantifica a mão de obra necessária à execução de cada espécie de tarefa.
- **Plano de Trabalhos** – Tem como objetivo fixar a sequência e os prazos parciais de cada tarefa, respeitando o prazo global de execução da obra estabelecido contratualmente.
- **Caminho Crítico** – Sucessão de atividades sem folga de prazos. Caso uma atividade atrase, põe em causa a execução da obra no prazo definido.
- **Balizamento** – É o ato praticado em intervalos de tempo semelhantes, com o objetivo de comparar uma dada situação de obra com o previsto. Em geral comparam-se tempos de trabalho, produção, consumo de mão de obra, de materiais, etc.
- **Planeamento de um projeto/obra** – Ferramenta que permite estabelecer as atividades necessárias para concluir um projeto/obra, numa determinada sequência, e num dado período de tempo.

2.4. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

2.4.1. DEFINIÇÃO

Como atrás referido, o presente trabalho enquadra-se na Fiscalização de Obras, sendo, portanto, necessário para a perceção da dissertação, explicar o significado deste conceito.

"A fiscalização de obra consiste no serviço de verificação da real e efetiva conformidade da construção com as definições de todos os projetos de licenciamento e execução. No fundo, trata-se de um acompanhamento em tempo real e no local da obra de modo a assegurar ao dono de obra que a construção reúne os requisitos previstos em projeto, ou comunicar em tempo útil ao cliente sobre as inconformidades detetadas" (UTOPIA - ARQUITECTURA E ENGENHARIA LDA, 2022).

De seguida, são discriminadas as áreas em que incide o trabalho da Fiscalização, bem como a sua metodologia de atuação.

2.4.2. ENGENHARIA DE SERVIÇOS

A Engenharia de Serviços corresponde ao ramo da engenharia que executa tarefas de assessoria e consultoria em processos de natureza diversa.

Esta pode ser definida da seguinte forma: "*Todo o conjunto de metodologias, destinadas a otimizar a relação entre entidades intervenientes numa prestação de serviços"* (Rodrigues R. M., 2021).

As entidades participantes em qualquer prestação são: o adjudicante (quem requer o serviço), o adjudicatário (quem exerce o serviço), e por fim o destinatário (para quem o serviço é executado). No caso do serviço de Fiscalização de Obras, apenas são envolvidas duas entidades: o Dono de Obra e a Fiscalização.

2.4.3. Atuações da Fiscalização de Obras

No início do capítulo foi apresentada a definição de um empreendimento. De seguida, a Figura 8, que representa toda a sequência de um processo construtivo, ilustra o momento em que a fiscalização se encaixa no processo.

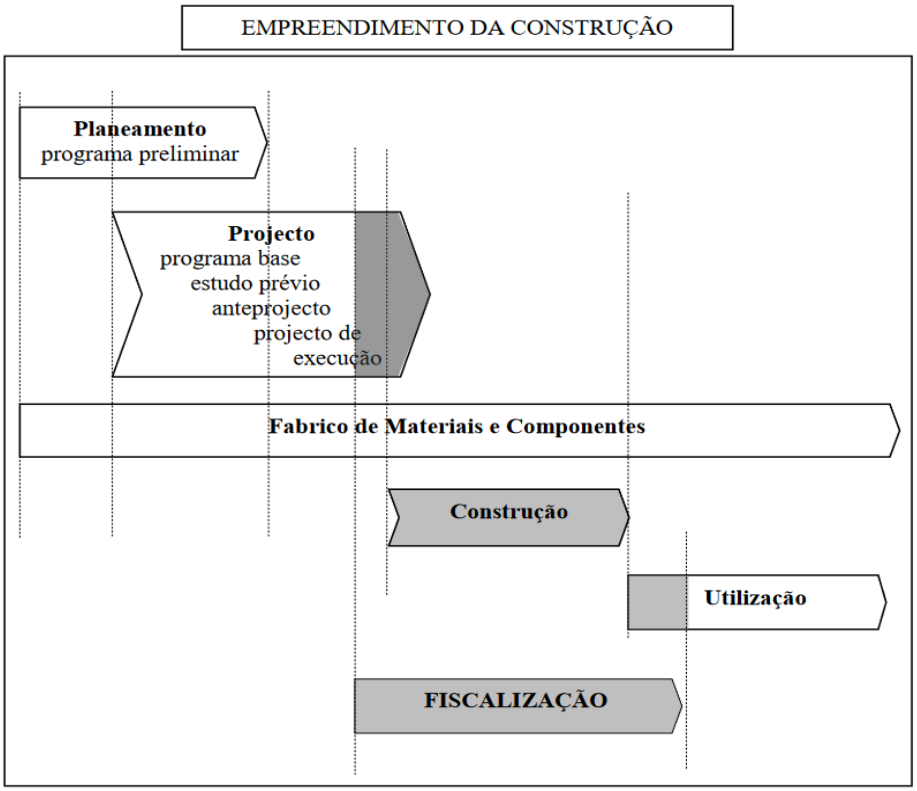


Figura 8 – Sequência das fases de um processo construtivo *(Rodrigues R. M., 2021)*

Como pode ser observado no esquema anterior, o trabalho da Fiscalização deve ter começo antes do início da obra, de preferência antes da sua contratação.

Nestas circunstâncias ideais, é permitido à Fiscalização deter um maior e mais profundo conhecimento sobre o projeto, visto ter oportunidade para o rever, antecipando problemas, encontrando e propondo soluções alternativas, a figurar no projeto de execução final, antes de a obra ser adjudicada.

Mais usualmente, no caso de obras promovidas por entidades particulares, também pode apoiar o dono de obra, participando na fase de procura, na seleção de concorrentes e na análise das propostas apresentadas.

Por outro lado, a participação da Fiscalização pode ser extensível ao período de garantia da obra, (até à sua receção definitiva), com o objetivo de acompanhar o fecho de atividades pendentes e de dar apoio a eventuais reclamações dos utilizadores.

2.4.4. ÁREAS FUNCIONAIS

Como atrás mencionado, assume-se que a Fiscalização é dividida em várias áreas funcionais (AF).

Na Tabela 2, apresentada de seguida, encontram-se descritas algumas das funções atribuídas a cada área.

Tabela 2 - Áreas Funcionais

Áreas Funcionais	Funções
Conformidade	Garantir o cumprimento do projeto na sua globalidade
Economia	Controlar a administração económica da obra
Planeamento	Controlar e fazer respeitar a calendarização estabelecida no contrato
Informação	Gerir e registar toda a troca de informação entre as entidades intervenientes
Licenciamento	Assegurar o registo e a execução de atos administrativos
Ambiente e Segurança	Acompanhar e controlar as condições de segurança e ambiente, em obra
Qualidade	Implementar meios destinados a garantir a qualidade em obra

De notar que, apesar das áreas funcionais possuírem funções distintas, apresentam interligações entre elas.

Por exemplo: o incumprimento de um prazo parcial de uma tarefa crítica (planeamento), pode obrigar ao reforço da equipa responsável, visando recuperar o atraso verificado, o que acarretará certamente, um encargo superior ao adjudicatário (controlo de custos/economia).

Igualmente, o facto de uma empreitada possuir um prazo de execução "apertado", pode colocar em causa a garantia da sua qualidade final.

No entanto, recorda-se que a presente dissertação foca-se apenas na área funcional do planeamento.

2.4.4.1. ÁREA FUNCIONAL PLANEAMENTO

O documento base do planeamento é o plano de trabalhos. Habitualmente, é expresso através dum diagrama de Gantt, mas há outras ferramentas disponíveis no mercado para o elaborar, tais como, o LOB, PERT ou CPM, sendo a última o âmago desta dissertação.

Um plano de trabalhos, elemento a apresentar pela entidade adjudicante ao dono de obra, antes do início dos trabalhos, e tal como definido no artigo 361.º do CCP, deve incluir os seguintes elementos:

- Memória descritiva e justificativa, que descreve a metodologia adotada no planeamento das atividades integradas no cronograma de trabalhos, a identificação do número de

frentes de trabalho, sua natureza e locais de execução, a caracterização das interdependências e encadeamentos das diferentes atividades e, em geral, todos os elementos necessários para demonstrar a garantia do cumprimento dos prazos parcelares e do prazo global da empreitada;

- Cronograma de trabalhos, ilustrando o desenvolvimento das atividades discriminadas, a partir da data da assinatura do contrato, com escala temporal de uma semana, no qual se assinale obrigatoriamente a implementação das diferentes especialidades, espelhando o faseamento/ordem cronológica dos trabalhos preconizados;
- Plano de mão de obra, com escala temporal de uma semana, com a indicação do número dos meios humanos e respetivas categorias profissionais a afetar à empreitada, ao longo do prazo da sua execução, em função da natureza dos trabalhos executar;
- Plano de equipamentos, com escala temporal de uma semana, com a indicação das zonas e frentes de trabalho, o número e tipo de equipamento e a duração do seu emprego, tudo correlacionado com o planeamento dos trabalhos a executar;
- Cronograma financeiro que contenha a previsão mensal, quantificada e escalonada no tempo, do valor dos trabalhos a realizar. (Portaria n.º 42/2015 | DRE, 2022).

O planeamento, controlo de prazos, e o controlo da produtividade, é exercido através das seguintes ações:

- Elaboração dos processos conducentes a um adequado acompanhamento das obras e vistorias para efeitos de receções provisórias e definitivas;
- Análise e informação, dos planos de trabalhos propostos pelo adjudicatário;
- Verificação do desenvolvimento das obras, de acordo com os planos de trabalhos aprovados;
- Identificação e caracterização dos principais desvios de prazos verificados, propondo as ações necessárias à recuperação dos atrasos ocorridos;
- Implementação e desenvolvimento de medidas aprovadas pelo dono da obra, a fim de recuperar eventuais atrasos;
- Atualização das estimativas de tempos relativas aos trabalhos por executar, com base nas estatísticas efetivamente verificadas no decurso dos trabalhos já realizados.

Ressalva-se o facto de, apenas ao dono da obra, competir decidir sobre os assuntos que envolvam custos e prazos.

Em resumo, estamos perante uma área funcional, que tem como pressuposto conhecer, controlar e prever a evolução de uma obra ao longo do prazo de execução estabelecido.

"O planeamento de obras de construção civil é uma das atividades que compõem a atividade mais genérica normalmente designada por preparação e controlo de obras de construção civil" (Faria, 2017).

De uma forma simplista, planear uma obra é efetivar um plano de atividades, atribuindo a cada tarefa, uma data de início e de fim, numa sequência lógica de encadeamento de uma série de trabalhos.

Em bom rigor, não há planeamento sem controlo. Assim, considera-se que as noções essenciais a ter para planear devidamente uma obra, são as a seguir discriminadas:

- Dispor de uma listagem detalhada de todas as atividades a desenvolver no âmbito da obra;

- Ter conhecimento da duração das mesmas, incluindo a data de início e fim de cada uma delas;
- Conhecer o encadeamento/sequência entre elas;
- Quantificar os recursos humanos e o equipamento necessário à execução de cada tarefa;
- Determinar os custos associados a cada atividade a desenvolver.

Para garantir o correto acompanhamento de um plano, a Fiscalização apoia-se na implementação de instrumentos/ferramentas de controlo de prazos, sendo estes os seguintes:

- Controlo do plano de trabalhos;
- Execução de balizamentos periódicos (podendo incluir o controlo de materiais e mão de obra afetos a cada tarefa);
- Previsão de prazos de duração das tarefas, tendo por base os ritmos constatados na sua real execução;
- Proposta ao dono de obra da aplicação de multas contratuais, por atrasos dos trabalhos, e/ou incumprimentos de prazos.

2.4.4.2. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE

Este controlo é alcançado através dum conjunto de tarefas de aceitação, acompanhamento e revisão, a realizar periodicamente, ao longo de todo o curso da obra.

É usual cada obra dispor de um plano inicial de trabalhos, sendo este uma espécie de zoom sobre as principais tarefas a realizar. Ora este plano, constitui apenas um compromisso de contrato, não reunindo condições para acompanhar com rigor a execução da obra.

No entanto, o correto é que o plano possua uma escala adequada (no mínimo à semana), e que distinga claramente os caminhos das diferentes equipas produtivas em obra. Pode ser feito inicialmente para os primeiros meses de obra, e conforme esta for evoluindo, é necessário atualizar e detalhar esse plano.

No caso de uma tarefa crítica (não apresenta folga), cujo desvio pode pôr em risco o cumprimento do prazo contratual, é aconselhável controlar o seu desenvolvimento diariamente. Isto, de forma a verificar se existe, ou se é previsível a ocorrência de algum atraso na execução dessa atividade, e a estimar a data da sua conclusão, não colocando em risco o prazo global da obra.

Para concretizar este acompanhamento, é apresentada a Equação 1, que permite apurar o rendimento da tarefa, obtida pelo quociente entre a quantidade de trabalho efetuado, e a quantidade de mão de obra produtiva empregue.

$$\eta(\text{rendimento}) = \frac{\text{Quantidade produzida}}{\text{Horas de Mão de Obra}} \quad (1)$$

Para apurar este dado, é vital utilizar o mapa de equipas produtivas, também designado por plano de mão de obra, em constante atualização ao longo desta.

É possível visualizar este conceito através da Figura 9, que apresenta um diagrama de linhas de equilíbrio, que permite fazer previsões de rendimentos.

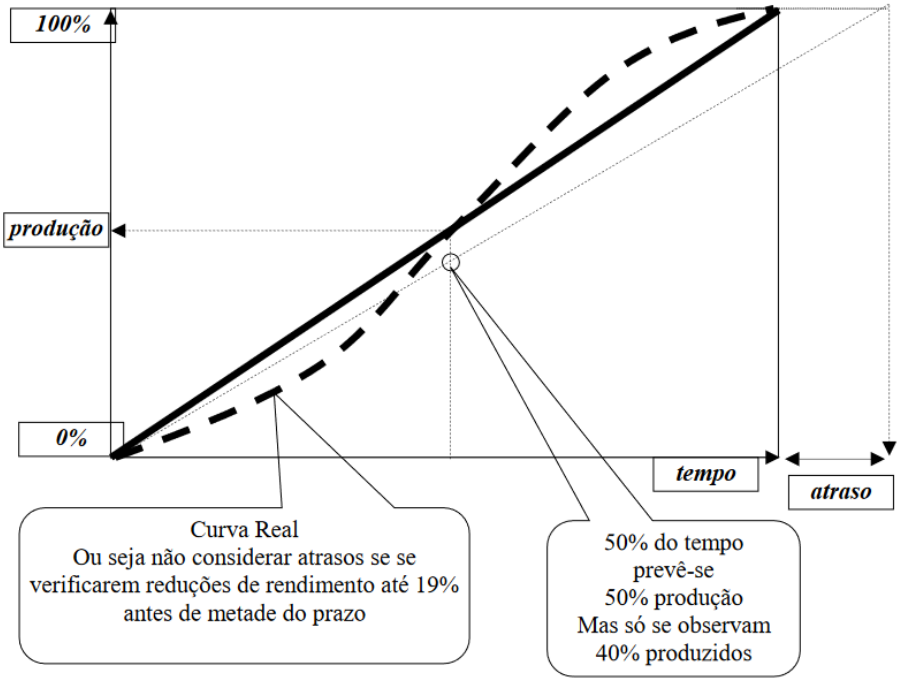


Figura 9 – Exemplo de um diagrama de linhas de equilíbrio *(Rodrigues R. M., 2021)*

Um plano de trabalhos deve constituir um documento guia que antecipa o progresso duma obra, sendo que as tarefas que a compõem, carecem de um permanente e exigente controlo.

De recordar, que o não cumprimento dos prazos estabelecidos, pode gerar atrasos e alterações do plano aprovado.

Periodicamente, o dono da obra/fiscalização deve exigir ao empreiteiro a atualização do plano de trabalhos corrente.

Admite-se efetuar este pedido quando:

- Existam atrasos superiores a 25% do tempo passado desde a data em que o último plano entrou em vigor;
- O caminho crítico é alterado;
- Haja lugar à necessidade de execução de trabalhos complementares, não previstos inicialmente, e que alterem o caminho crítico.

Nestas situações, competirá à Fiscalização notificar formalmente o Empreiteiro, solicitando-lhe um plano de trabalhos modificado/atualizado, devendo este apresentá-lo no prazo concedido para o efeito.

A entrega dum novo plano obriga a uma aprovação formal por parte do dono da obra. Para esse fim, carecem de ser analisados os seguintes aspetos:

- Se o plano de trabalhos foi efetivamente atualizado;
- Quais as medidas de correção adotadas, visando a recuperação do atraso verificado;
- Se o prazo de execução global contratualizado, é cumprido;
- Se existem conflitos tecnológicos;

- Se evidencia rendimentos aceitáveis, ou até se promove a recuperação de atrasos à custa do aumento dos rendimentos.

2.4.4.3. BALIZAMENTOS PERIÓDICOS (CONTROLO DE CONSUMOS)

O balizamento constitui um balanço de produção executado em períodos temporais com idêntica duração, em que se compara o estado previsto com o efetivo, de maneira a aferir o estado de atraso e/ou avanço dos trabalhos. Este pode ser traduzido com recurso a um quadro, com indicação das percentagens de conclusão.

Outra forma de efetuar o balanço dos trabalhos executados, é com recurso ao controlo do consumo dos materiais e da mão de obra preconizada para a respetiva tarefa. Geralmente recorre-se a matrizes de consumo.

2.4.4.4. PREVISÃO DE PRAZOS

Enquanto que no subcapítulo anterior apenas são identificados os desvios de prazos através do cálculo de percentagens de execução, sem possibilidade de identificar os atrasos ou avanços das obras, os prazos também podem ser avaliados em forma de tempo de trabalho executado, ou sob a forma de produção efetuada.

Utiliza-se a fórmula, indicada na Equação 2 para calcular a percentagem de trabalho em falta:

$$\%\mathrm{F} = \frac{\%\mathrm{T}}{\%\mathrm{P}} \times (100 - \%\mathrm{P}) \tag{2}$$

Em que:

T - corresponde ao tempo de trabalho decorrido

P - corresponde à produção efetuada

F - traduz a percentagem de trabalho em falta

Frequentemente, este processo causa alguma confusão, pois ter decorrido 50% do tempo previsto para a execução de determinada atividade, não traduz que tenha sido executado 50% da mesma, nem que faltem outros 50% para a concluir.

2.4.4.5. MULTAS POR ATRASO

O CCP na sua redação atual, e no que concerne a atrasos na execução da obra, estabelece no artigo 403º o seguinte:

1 — Em caso de atraso no início ou na conclusão da execução da obra por facto imputável ao empreiteiro, o dono da obra pode aplicar uma sanção contratual, por cada dia de atraso, em

valor correspondente a 1 (por mil) do preço contratual, sem prejuízo de o contrato poder prever valor mais elevado, até ao dobro daquele valor.

2 — Em caso de incumprimento de prazos parciais de execução da obra por facto imputável ao empreiteiro, é aplicável o disposto no número anterior, sendo o montante da sanção contratual aí prevista reduzido a metade. (Decreto-lei n.º 111-B/2017 de 31 de Agosto, 2022)

O cálculo das multas a aplicar aos empreiteiros, na sequência de incumprimentos dos prazos contratuais, compete à equipa responsável pela fiscalização, uma vez que são os técnicos que mais de perto acompanham a evolução da obra.

2.5. Principais Técnicas de Planeamento

2.5.1. Introdução

Há vários mecanismos e técnicas de gestão de projetos que possibilitam o planeamento e controlo de uma obra.

Merecem destaque os seguintes: o Gráfico de Gantt, a Lean Construction, o LOB, o PERT e o CPM.

É também possível, devido à incerteza atual vivida no setor da construção, executar o planeamento de uma obra de forma mais informal. Isto é, realizar tarefas apenas quando estas possuam os recursos necessários para serem executadas, sem grande preocupação pelo cumprimento do prazo de conclusão estipulado.

2.5.2. Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt, também apelidado de diagrama de Gantt, foi concebido pelo engenheiro mecânico Henry Gantt, em 1917, com o propósito de controlar e gerir o processo de produção.

Consiste num modelo claro que permite definir o conjunto de trabalhos a executar, assinalando a sua extensão ao longo de um período temporal, o seu começo e termo, representando estas durações através dum gráfico de barras, com uma determinada escala de tempo.

O uso desta técnica em projetos de maiores dimensões (com um elevado número de tarefas) torna-se complexo devido à sua difícil visualização e compreensão das relações de encadeamento entre as distintas tarefas.

No fundo, o gráfico de Gantt representa, bidimensionalmente, as atividades sobre um calendário cuja unidade depende da duração do projeto, podendo ser dias, semanas ou meses. Usualmente, adota-se como unidade de tempo, a semana.

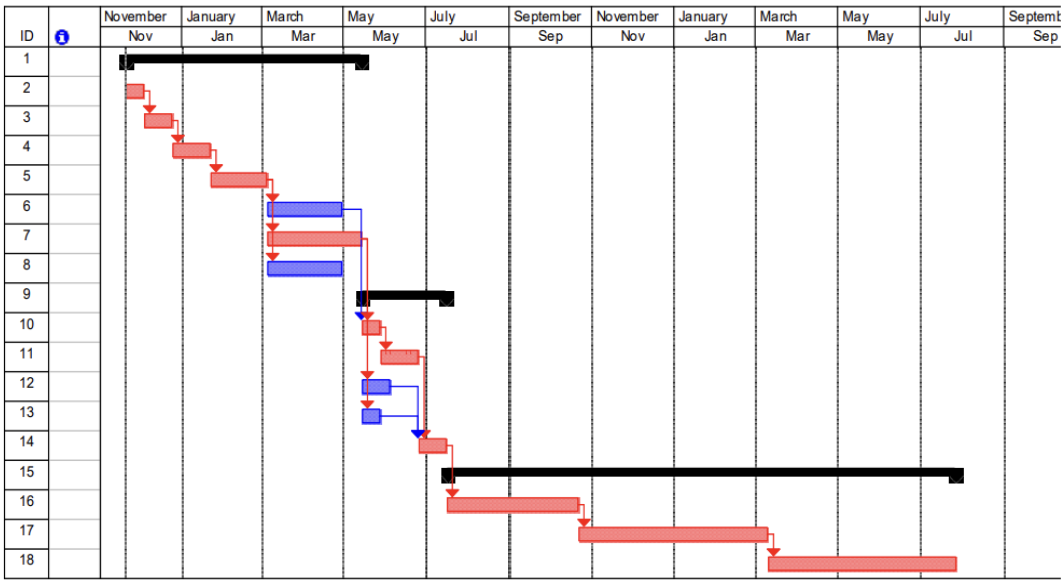


Figura 10 - Exemplo de gráfico de Gantt

Como é patente na Figura 10, o tempo de duração de uma tarefa é representada por uma barra horizontal, onde a extremidade esquerda representa a data prevista de início e a extremidade direita representa a data prevista de fim da tarefa.

O encadeamento entre tarefas é representado por setas. As tarefas podem ser realizadas em paralelo ou serem ligadas sequencialmente. Caso estas possuam uma sequência, as relações de precedência são modeladas da tarefa antecessora para a sucessora através de uma seta. Crucialmente também se pode assinalar o caminho crítico de uma obra, representado pelas barras a vermelho.

O desenvolvimento das tarefas pode ser controlado através do preenchimento da barra, proporcionalmente ao seu grau de execução. Desta forma, é possível ter uma noção dos avanços e/ou atrasos que possam estar a acontecer em obra, relativamente à programação preconizada.

Esta ferramenta permite exibir outras informações, tais como, o custo da atividade, a mão de obra envolvida, etc. No entanto, não possibilita visualizar a repercussão de alterações ocorridas em fase de execução, e é de difícil aplicação em projetos complexos.

Hoje em dia, um software muito usado para fazer a representação destes gráficos de barras é o MS Project.

2.5.3. LEAN CONSTRUCTION E LPS

Na década de 80, no Japão, visando conhecer o método de gestão japonês, Daniel Jones e James P. Womark dedicaram-se ao seu estudo, e em 1990 publicaram um livro denominado *The Machine that Changed the World*, sendo hoje em dia a mais importante referência do pensamento Lean.

No seu início, a Lean Production foi aplicada na indústria e visava criar, através do envolvimento das ferramentas de produção, qualidade e gestão, valor no produto e eliminar os respetivos desperdícios, satisfazendo o cliente. Os desperdícios são todas as tarefas que ao serem realizadas não acrescentam valor.

A Lean Construction nasceu assim da implementação do pensamento Lean ao setor da construção. Consiste na otimização de processos e redução de desperdícios e representa uma mais-valia para a indústria.

Os diversos princípios da Lean Manufacturing são introduzidos nas empresas pelo modo de ferramentas e métodos, entre os quais está o controlo e o planeamento da produção, obtido através do LPS, Last Planner System. Este tem vindo a ser alvo de trabalho desde 1992, criado por Ballard. Teve origem numa série de experiências industriais, onde estas demonstraram incrementos de 10 a 30% na produção.

O método LPS ajusta o planeamento à produtividade dos trabalhadores, possibilitando uma ação corretiva e aprendizagem contínua. Quão melhor estiverem definidas as atividades, melhor será a qualidade do planeamento, e consequentemente, melhor será a produtividade, permitindo melhores desempenhos.

Ao definir uma atividade, é importante:

- Uma completa definição da mesma;
- Estabelecer uma correta sequência do processo da construção;
- Quantificar a mão de obra adequada à execução da mesma;
- Assegurar uma boa possibilidade de realizar a mesma.

A aplicação do LPS possibilita avaliar a eficácia e as falhas cometidas no cumprimento das atividades, procura aumentar a certeza da sequência da construção, e melhora a qualidade do planeamento.

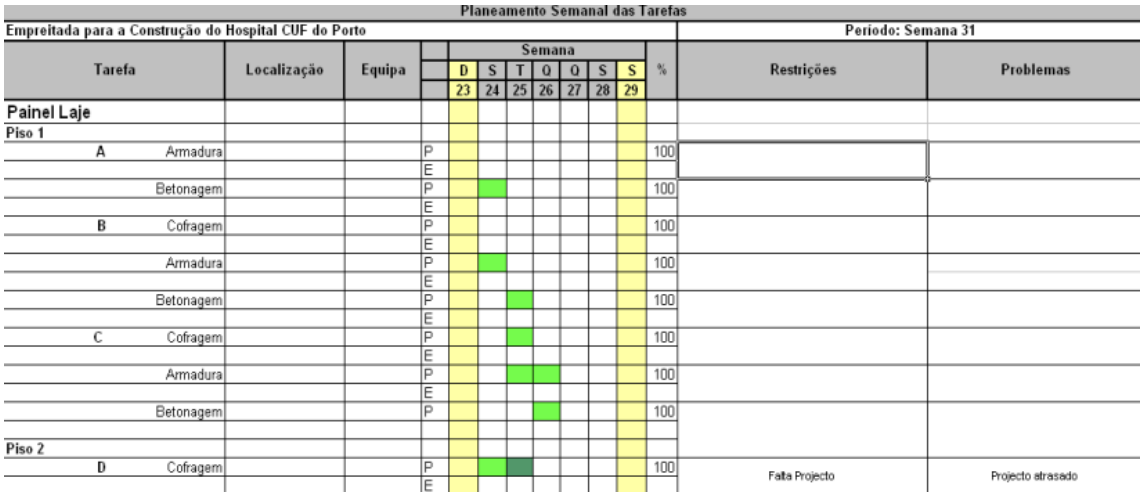
Esta ferramenta usa um indicador denominado de PPC, Percentage Plan Complete, e serve para avaliar o desempenho da produção. Mede a razão (em percentagem) entre o estado real das atividades e a situação planeada num período de tempo. Caso o índice seja elevado, significa que houve uma boa produtividade e o trabalho foi bem executado.

Tendo em atenção a complexidade dos projetos atuais, surgiu a necessidade de definir três níveis diferentes de planeamento: planeamento a longo prazo, planeamento a médio prazo e por fim planeamento a curto prazo.

O primeiro aborda os pontos gerais da obra: datas e orçamentos. É realizado antes da empreitada ter início, e evidencia um baixo nível de detalhe, perante a incerteza do setor.

O segundo, envolve a dependência entre as ações operacionais e as decisões técnicas a longo prazo. A este nível, a programação das tarefas deve ser feita em relação ao número de semanas/duração preconizada para a obra, tendo em consideração os dados do projeto.

O terceiro, só acontece aquando da conclusão do segundo nível. Nesta fase, as tarefas são geridas pela pessoa responsável pela realização da atividade, sendo decididas no dia a dia da obra num esforço para aumentar a produção. É necessário um grande nível de compromisso para minimizar a influência de imprevistos e tem como objetivo o acompanhamento das tarefas e a estabilização dos fluxos de trabalho. A Figura 11, representa um planeamento de curto prazo.



Planeamento Semanal das Tarefas

Empreitada para a Construção do Hospital CUF do Porto													Período: Semana 31	
Tarefa	Localização	Equipa		Semana							%	Restrições	Problemas
				D	S	T	Q	Q	S	S			
				23	24	25	26	27	28	29			
Painel Laje													
Piso 1													
A Armadura			P								100		
			E										
Betonagem			P								100		
			E										
B Cofragem			P								100		
			E										
Armadura			P								100		
			E										
Betonagem			P								100		
			E										
C Cofragem			P								100		
			E										
Armadura			P								100		
			E										
Betonagem			P								100		
Piso 2													
D Cofragem			P								100	Falta Projecto	Projecto atrasado
			E										

Figura 11 - Exemplo de planeamento de curto prazo *(Figueiredo, 2009)*

As tarefas representadas a verde claro encontram-se realizadas dentro do prazo planeado, enquanto que as tarefas a verde escuro foram executadas fora do estabelecido. No caso, é necessário apresentar uma razão para o desvio ocorrido.

As atividades podem ainda estar representadas a vermelho, o que significa que a tarefa não foi executada na semana prevista, obrigando à devida justificação para tal facto. As tarefas por executar, são reprogramadas através do cálculo do PPC, e novamente calendarizadas.

Efetuado o planeamento total do empreendimento, são depois realizados balizamentos a partir do seu acompanhamento. Nas reuniões periódicas da obra, é executado um controlo do planeamento e são colocadas questões relativamente aos trabalhos ainda por desenvolver.

Assim, é possível executar uma melhor gestão das atividades em curso, e ainda assegurar um melhor controlo sobre as necessidades de recursos para o futuro.

2.5.4. METODOLOGIA LOB (LINHAS DE BALANÇO)

Esta metodologia teve origem nos anos 40, na empresa Goodyear Tire and Rubber Company (USA), tendo, nas décadas de 50 e 60 sido continuado o seu desenvolvimento pela Marinha dos Estados Unidos. O seu uso foi depois retomado para manufaturação industrial e controlo da produção, e também como conceito básico a montante do planeamento.

A Linha de Balanço era usada nas indústrias com produção em série e contínua, com o objetivo de facilitar a visualização das taxas de produtividade, em cada uma das fases do processo de fabricação.

Esta técnica recorre ao conceito de que as atividades são repetidas de forma numerosa durante determinada unidade de tempo. Reflete a particularidade repetitiva das tarefas e permite antecipar fluxos de trabalho em relação ao tempo.

Um diagrama de LOB potencializa uma visão simplista da execução das atividades, atuando como um método de apoio na melhoria da qualidade e produtividade.

Como visto, a técnica é mais adequada para projetos repetitivos ou com tarefas comuns, visto que a sua característica essencial é resumir um conjunto de tarefas similares numa barra apenas, através de um gráfico.

Desta forma, reduz o número de registos necessários para controlar o processo produtivo, simplificando o acompanhamento da assistência ao processo.

O conjunto de tarefas análogas é representado através de linhas com inclinação igual à produtividade prevista para a execução de cada tarefa, como observado na Figura 12.

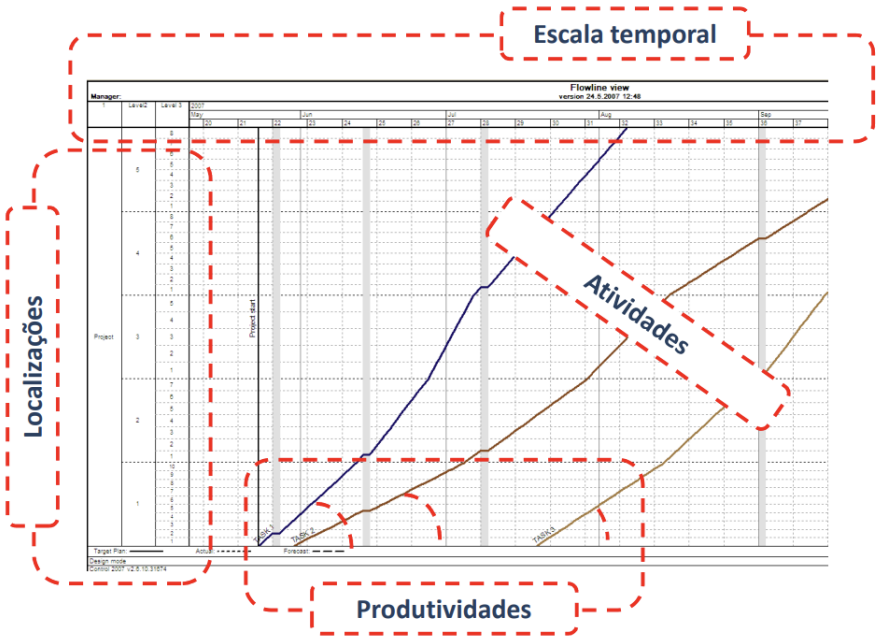


Figura 12 - Exemplo de um diagrama de LOB *(Sousa, Martins, & Monteiro, 2012)*

No eixo do x representa-se o tempo (geralmente em dias) e no eixo do y são representadas as diferentes localizações das equipas das tarefas em execução.

É possível fazer o acompanhamento de uma obra com tarefas repetidas, através da representação uma linha a tracejado, definindo esta o andamento dos trabalhos, e dessa maneira executar o controlo do ritmo da produção através da comparação com o planeado. Destaca-se a eficiência do método para executar controlo de prazos através da produtividade.

Ao contrário do CPM, o LOB permite a visualização clara e rápida das prioridades para realocar recursos, resultando numa otimização da produtividade. No entanto, é incapaz de permitir a presença de atividades não repetidas, e revelar informação suficiente sobre as ligações entre as mesmas.

A Figura 13 demonstra as deficiências existentes no uso deste método no âmbito do planeamento.

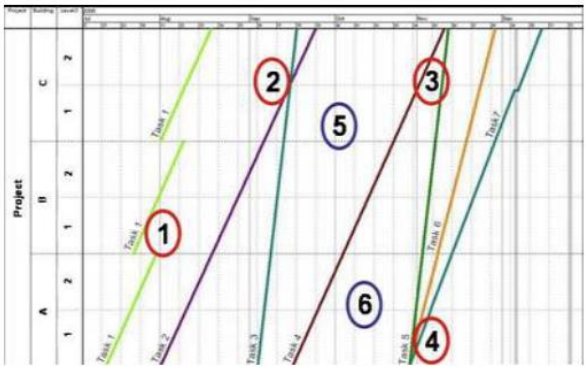


Figura 13 - Exemplo de um planeamento feito em método LOB ainda por otimizar *(Sousa, Martins, & Monteiro, 2012)*

Sendo que:

1 – Representa a mesma tarefa a ser realizada em diferentes localizações;

2 – Demonstra diferentes tarefas a ocorrer na mesma localização no mesmo período de tempo;

3 – Apresenta tarefas diferentes com a mesma data de conclusão e a mesma localização;

4 – Diferentes tarefas com início na mesma data e na mesma localização;

5 e 6 – Localizações com tempos "mortos", isto é, espaços onde não vai decorrer nenhuma atividade durante um elevado período de tempo.

2.5.5. Rede de Planeamento PERT

O *Program Evaluation and Review Technique* ou PERT surgiu no planeamento e desenvolvimento do míssil balístico "*Polaris"* criado no ano 1958 pela Marinha Americana.

É um modelo probabilístico que utiliza um tratamento de dados estatísticos para determinar a duração das tarefas. Calcula a duração esperada através de uma média ponderada entre três estimativas associadas a cada atividade: a mais provável, a otimista e a pessimista, assumindo mais controlo sobre as incertezas relativas a um projeto.

- A otimista, representa o tempo mínimo no qual a atividade pode ser terminada. É denotada por *a* e assume um bom desempenho. Consiste numa estimativa pouco realista que é esperada acontecer em um caso entre cinquenta (Jayaraman, 1995).
- A pessimista, traduz o tempo máximo esperado para a conclusão da tarefa. É representada por um *b* e é uma estimativa pouco realista que é esperada acontecer em um caso entre cem (Jayaraman, 1995).
- A mais provável, estima o tempo normal que a atividade é expectável demorar. Representa-se através de um *m*, sendo que $a<m<b$, e assume folgas normais.

O método CPM é muitas vezes usado em conjunto com o PERT, sendo que ambos são bastante semelhantes.

O PERT/CPM é uma técnica fácil de usar e integrar no controlo de um planeamento. A sua programação é feita com base num diagrama de precedências. Este indica o encadeamento do projeto através das ligações e das durações das atividades. Desta forma, é definido o caminho crítico.

O PERT, como técnica de planeamento, é vantajosa pois permite identificar onde deve ser aplicado um maior esforço para que o empreendimento não sofra atrasos e respeite o prazo estipulado, e também propicia uma avaliação das consequências sofridas através de alterações no tempo previsto para a conclusão de uma tarefa. Contudo, apenas é usado antes do início de uma obra, visto este só possibilitar estimar durações de tarefas, e não controlar prazos.

2.5.6. MÉTODO CPM

O CPM é um popular modelo determinístico que permite monitorizar o estado de uma obra através da previsão de prazos de execução.

Foi criado no final dos anos 50 por Morgan R. Walker da companhia DuPont com a ajuda de James E. Kelley Jr. da empresa Remington Rand. Foi concebido com o intuito de explorar o uso de programas assistidos por computador, na supervisão do projeto e planeamento duma empresa.

O CPM introduziu o conceito de caminho crítico, obtido através da soma das durações das tarefas ao longo da respetiva sequência. Ou seja, a cadeia de atividades precedentes e sucessoras integradas num projeto, e que geram o maior período de tempo até a conclusão do mesmo.

"A critical path in project management is the longest sequence of activities that must be finished on time in order for the entire project to be complete." (Asana, 2021)

Considera-se que a sua aplicação a uma obra é importante, pois permite identificar prioridades e afetar os recursos necessários à execução das respetivas tarefas críticas, de forma a cumprir os prazos estabelecidos.

As tarefas que integram um caminho crítico, devem ser devidamente acompanhadas, uma vez que o incumprimento de um prazo de execução de uma delas, pode traduzir-se num atraso na conclusão da obra.

2.6. PRODUTIVIDADE

2.6.1. INTRODUÇÃO

Assegurar o devido controlo de um projeto, significa não comprometer os objetivos traçados inicialmente para a execução da obra, em todas as suas vertentes: custos, prazos e qualidade final.

Por definição, este controlo pode ser definido como o ato de prever e avaliar possíveis alterações ao previsto, possibilitando, atempadamente tomar as medida corretivas que se impõem.

Controlar um projeto, implica a análise a possíveis situações imprevistas, exigindo uma constante monitorização do estado de execução da obra, e uma avaliação permanente do planeamento efetuado, obrigando a um registo diário do pessoal em obra, e da respetiva produção.

Com efeito, planear, consiste em:

- Definir com rigor e detalhe o trabalho a realizar

- Ter noção dos recursos humanos/equipamentos a afetar à execução de cada atividade, por especialidade
- Conhecer as datas previstas, de início e de fim, associadas a cada tarefa a desenvolver,
- em cumprimento dos prazos estabelecidos contratualmente
- Dispor de um orçamento elaborado com rigor, com base no histórico dos rendimentos apurado pelo adjudicatário

2.6.2. CONCEITOS

2.6.2.1. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE

Um empreendimento é passível de ser controlado de diversas formas. Particularmente, através do controlo dos prazos de execução, da qualidade da obra, dos custos de produção, da segurança e saúde dos trabalhadores e, por fim, através do controlo da produtividade. Este, por último referido, incide no domínio dos fatores produtivos.

Idealmente, este controlo deve ser efetuado diretamente, obrigando a um acompanhamento diário do andamento dos trabalhos, permitindo assim uma recolha, e tratamento de dados mais fidedigna, no entanto este está a cair em desuso.

Ou seja, toda a análise efetuada à produtividade de uma atividade, requer uma verificação prévia das condições envolventes à execução dos trabalhos.

É usual a referência à produtividade, como a relação entre a quantidade de recursos humanos afetos à execução de determinada tarefa, e o tempo nela despendido. Todavia, este modo de medição não tem em consideração os diversos fatores presentes na sua execução.

Usualmente, são definidos valores base que indicam a quantidade de horas exigidas à execução de uma dada atividade, obtidos através de uma média ponderada e baseada no histórico que a empresa possui acerca dos rendimentos registados nas diversas obras que executou no passado.

Só na posse destes indicadores, é possível aferir se os ritmos de execução verificados em obra, são aceitáveis, quando confrontados com os valores médios registados pelo adjudicatário em anteriores empreendimentos.

2.6.2.2. INDICADORES DE DESEMPENHO E FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

Cada atividade integrante de uma obra, está associada a uma determinada unidade/método de medição da respetiva produtividade.

Daí, um adequado controlo de produção, obriga ao conheciamento prévio dos indicadores de produtividade utilizados na medição da tarefa.

Geralmente, são usados como fatores de desempenho, a qualidade, os custos, e o prazo.

Quanto ao controlo da qualidade, este incide na observação da qualidade final do produto executado, incluindo os materiais nele incorporados, confrontando-a com a qualidade estabelecida nas condições técnicas especiais do cadernos de encargos aplicável à obra em análise.

Tal controlo pode ser conseguido através de uma breve análise dos trabalhos, ou recorrendo a testes e ensaios, consoante o objecto do controlo. No caso de se verificar que a qualidade estabelecida não foi alcançada, deverão ser investigadas as origens, e implementadas as respetivas medidas corretivas.

No que respeita ao controlo de custos, este resulta da avaliação dos custos reais de cada trabalho, e sua comparação com os inerentes custos previstos em orçamento. O apuramento dos custos reais, resulta do somatório dos valores de todos os recursos consumidos na realização do trabalho. No caso da identificação de desvios de custos significativos, deverá analisar-se a situação, aferindo se o diferencial resulta de falhas na produção, ou se o orçamento não foi corretamente elaborado.

Este controlo pode ser aplicado à execução de toda a obra, ou pontualmente, com recurso a amostragens de algumas atividades. De outra forma, pode incidir sobre os custos diretos, ou sobre os custos de estaleiro.

O controlo de produtividade recai sobre os rendimentos (mão de obra/equipamentos), e não sobre os custos, apesar destes fatores estarem interligados. Pode afirmar-se que este tipo de controlo integra o controlo de custos, e que podem ser executados em simultâneo, visto basearem-se nos mesmos registos.

O atributo determinante do controlo de produção, é a prioridade na tomada de decisão. Só assim será passível, a correção atempada da situação. Caso contrário, só permitirá a identificação de desvios. Essa celeridade é prioritária, ainda que, consequentemente apenas possibilite a obtenção de resultados aproximados.

É assumido que há vários fatores que podem influenciar a produtividade, tais como:

- Trabalhos de execução complexa
- Falta de uma adequada organização e coordenação dos recursos presentes em obra
- Condições climatéricas adversas
- Dificuldades financeiras
- Prazos de execução exíguos

O controlo de prazos permite conhecer os atrasos ou avanços do empreendimento relativamente ao preconizado no plano dos trabalhos, analisando as causas possíveis dos desvios verificados, e permitindo a alteração do planeamento, adaptando-o à situação real da obra, sempre com o intuito de cumprir, dentro do exequível, os objetivos finais.

2.6.2.3. MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE

A medição da produtividade dos trabalhos é apurada por equipa, correspondendo a uma recolha de dados mais simples.

Numa análise inicial, a produtividade poderia ser associada a cada trabalhador individualmente.

No entanto, esta torna-se mais complicada, e até impraticável, visto que cada atividade é desenvolvida em equipa, e carece da participação de vários elementos, ao longo da sua execução.

É importante recordar que a medição da produtividade de uma atividade, tem em consideração o tempo decorrido, e não as horas realmente absorvidas na sua execução, sendo o apuramento desde dado difícil.

Em conclusão, todas as tarefas possuem subjacente algum tempo no qual não é desenvolvido qualquer trabalho, mas em que este é contabilizado no apuramento da produção. Neste contexto, e visando aumentar a produtividade, há que tentar minimizar/eliminar este "tempo perdido", identificar as razões na origem do mesmo, e tomar as medidas corretivas mais adequadas.

2.6.3. PROGRAMAS UTILIZADOS NO CONTROLO DA PRODUÇÃO

Garantir o controlo de um projeto, implica um processo de monitorização diária com o objetivo de recolha de dados relativos aos materiais/equipamentos aplicados em obra, ao pessoal empregue, e respetivos tempos de duração das tarefas executadas.

Para tal são usados programas de controlo de produtividade, cuja aquisição acarreta uma despesa adicional às empresas, mas que se traduz numa mais-valia. Permitem efetuar um controlo mais rigoroso da produtividade, possibilitam em qualquer altura ter informação sobre todos os custos incorporados na obra, e contribuem na avaliação de eventuais desvios de prazos.

Sumariamente, o recurso a um programa específico para gestão de projetos é de extrema importância para assegurar um nível de produtividade, pretensamente superior.

É percetível que na atualidade existe uma grande variedade de sistemas destinados à gestão de projetos aplicáveis ao setor da construção.

Este subcapítulo serve de apresentação às funcionalidades das seguintes ferramentas: Microsoft Project, CCS Candy e SLIGO. De referir que dos demais programas, apenas foi aplicado o MS Project na presente dissertação, sendo que os restantes somente foram objeto de estudo.

2.6.3.1. MS PROJECT

Em 2010, a Microsoft criou um sistema que visava simplificar o trabalho de gestores de projetos. Este, distingue-se dos restantes, devido à sua simplicidade e ao fato de ser bastante intuitivo. No entanto, a sua aplicação a uma obra de grande dimensão (elevado número de tarefas), pode tornar-se complexa, exigindo mais esforço ao técnico que o utiliza.

É utilizado em diversas áreas sendo que estas exibem um ponto comum, a gestão de projetos. Em síntese, o MS Project, permite planear, analisar e sumarizar a informação do projeto.

Este programa propicia a gestão integral de um projeto, começando pelo planeamento das tarefas, gerindo os recursos humanos e materiais precisos para a execução de cada uma delas, e terminando com o inerente controlo de custos.

2.6.3.2. PROGRAMAS SLIGO E CCS CANDY

Ambos os programas referenciados no presente capítulo são de grande renome, usados por diversas empresas e são apresentados devido às suas capacidades na área da produtividade.

A aplicação SLIGO, nasceu da preocupação em assegurar um eficaz controlo de gestão numa empreitada. O SLIGO permite efetuar orçamentos, e no início de uma obra, assegura o controlo

e gestão da mesma, através da introdução diária de dados. Também possui a capacidade de emitir requisições de materiais, para o seu aprovisionamento.

Esta ferramenta interage com a obra através de módulos, sendo estes basicamente fatores de produção. É nela que são introduzidos os dados que dizem respeito à empreitada.

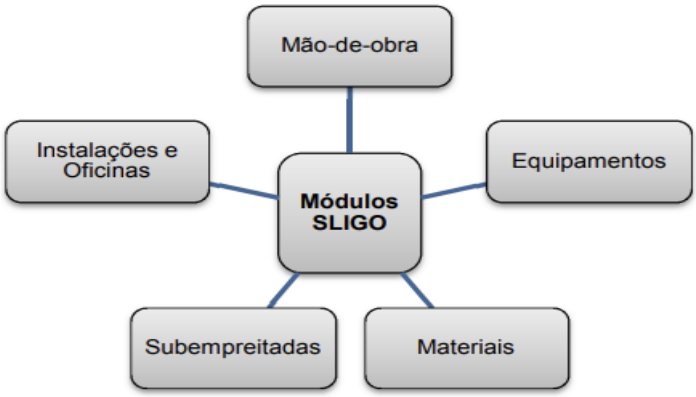


Figura 14 - Diferentes módulos do SLIGO *(Arrimar, 2014)*

É nos módulos exemplificados na Figura 14, que o SLIGO coordena a gestão da obra.

- Efetua o controlo da mão de obra, através do registo diário de horas trabalhadas e as respetivas localizações;
- Permite o controlo dos equipamentos, gerindo o trabalho efetuado pelos mesmos;
- Gere o consumo dos materiais e faz controlo de stocks;
- Controla as subempreitadas em obra, realizando autos de medições e gestão de contratos;
- Por fim, coordena as instalações, tais como oficinas, armazéns, etc..

O SLIGO é baseado em controlo de custos e produção, e não permite o controlo dos prazos de execução das diversas atividades.

Quanto ao sistema CCS Candy, este programa visa providenciar soluções à gestão de uma obra, e apoiar o planeamento. Para usar este programa, é necessário previamente importar o mapa de quantidades, única forma do Candy poder trabalhar (Barbosa, 2021).

Contém os seguintes módulos:

- Orçamentação;
- Controlo de custos (controlo de produção);
- Planeamento de tarefas;
- Análise de fluxos financeiros.

Para esta dissertação, apenas importam os módulos relativos ao controlo de produção e ao planeamento de tarefas, visto que os restantes não têm cabimento no âmbito do estudo.

O módulo do planeamento, trabalha tendo por base o caminho crítico, sendo que o programa permite construir um gráfico de barras onde são representadas as atividades e as respetivas durações. Também permite a construção de um gráfico de LOB.

Quanto ao controlo de custos e produção, o Candy permite o registo de autos de medição mensais, controlando o volume de trabalho efetuado.

Este, é portanto, um programa versátil, pois apresenta diversas funcionalidades úteis, e tem associadas ferramentas que permitem executar o controlo dos prazos através do CPM e/ou do LOB.

3
MÉTODO PROPOSTO

3.1. INTRODUÇÃO

As técnicas de planeamento, têm vindo a evoluir ao longo dos últimos tempos, perante a necessidade de se dispor de uma ferramenta que possibilite aos técnicos um adequado e rigoroso acompanhamento da execução de uma obra. Com efeito, é assumido que hoje em dia, não é viável a sua realização sem o inerente e prévio planeamento, e respetivo controlo da produtividade.

Neste pressuposto, o presente capítulo visa analisar o método CPM, reconhecido pelas suas contribuições para um melhor planeamento, abordando-o na perspetiva do balanço/balizamento das tarefas, com base na produtividade verificada em obra.

É também exposta a oportunidade de investigação, na origem de uma nova metodologia.

3.2. OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO

Um dos objetivos do Capítulo 2 é o de identificar a área do conhecimento na qual se pretende centrar os desevolvimentos propostos. Tal propósito deu lugar a este subcapítulo intitulado "Oportunidade de investigação".

Este, surge na sequência da bibliometria consultada e do conhecimento adquirido, e visa referenciar o suporte científico a partir do qual se desenvolve a dissertação (técnica do CPM).

Na opinião de (Fondahl, 1991), o CPM parou no tempo, pois deixou de evoluir para controlo de produtividade, e continou a demonstrar os mesmos problemas após passados 30 anos da sua criação. Afirma também que a utilização adequada deste método, é impossível de atingir na prática. Estes impasses são corroborados num artigo publicado em 1994 (Suhail & Neale, 1994), no mesmo jornal. Acrescentam os autores, ainda a dificuldade de atualizar o CPM após alteração de uma sequência de tarefas, e reforçam que se está perante uma ferramenta de complicado uso. Também é referido em diversos artigos, e constatado no estudo elaborado por (Olivieri, et al., 2019), a fraqueza do método CPM no controlo da produtividade, encontrando-se este atrasado quando comparado com outras metodologias usadas na atualidade.

Segundo estas, e outras publicações científicas analisadas, sobressai que nada é proposto ao nível do CPM, relativamente ao controlo da produção. Há portanto uma oportunidade de investigação

no sentido de desenvolver o método CPM, segundo o modelo atividades nos nós, permitindo o controlo de produtividade com base na relação tempo/produção.

É de salientar, que das diferentes técnicas referidas no Capítulo 2, só o diagrama de Gantt, o LPS e o LOB executam um verdadeiro balizamento.

O autor também estudou as ferramentas SLIGO e CCS Candy, ambas, metodologias centradas no controlo de custos. Pese embora, ser-lhes facultada a utilização de técnicas de controlo de produção, estas não se inserem no âmbito desta dissertação.

Por fim, no desenvolvimento deste trabalho, é proposto um método de controlo de produtividade, tendo como base o CPM. Para tal, é obrigatório elucidar o leitor quanto à metodologia seguida por esta técnica tradicional.

3.3. CPM TRADICIONAL

3.3.1. ASPETOS GERAIS DO MÉTODO CPM TRADICIONAL

Como antes referido, o planeamento de um projeto passa pela definição das diversas tarefas que o constituem, pelo estabelecimento das respetivas durações temporais, e pela sequência/interdependência entre elas.

O CPM foi criado com a finalidade de:

- Dotar os técnicos de uma ferramenta de planeamento de apoio e controlo da execução da obra;
- Permitir a definição das datas de início e fim das tarefas que integram o projeto;
- Fornecer informação acerca do desenvolvimento de uma obra (atrasos e avanços das várias tarefas);
- Identificar o caminho crítico, e quais as tarefas que o integram.

Naturalmente que um número mais elevado de tarefas implica um planeamento mais trabalhoso e exigente.

Cada atividade possui ligações e dependências, quer seja em relação aos recursos (mão de obra, equipamentos e materiais), quer seja às respetivas durações. As tarefas e as suas ligações são geralmente representadas em forma de gráfico de barras. Estes gráficos são traduzidos através de nós e setas, onde as setas representam as tarefas e os nós contêm a informação relativa às datas de fim e início das mesmas.

Há algumas regras a seguir na elaboração destes grafos. Ou seja, não é exequível representar dois nós ou duas setas consecutivas. É necessário respeitar a relação nó-seta-nó.

Como exemplificado na Figura 15, de um nó podem chegar várias tarefas, sendo o contrário também possível, no caso de existirem tarefas com realização síncrona.

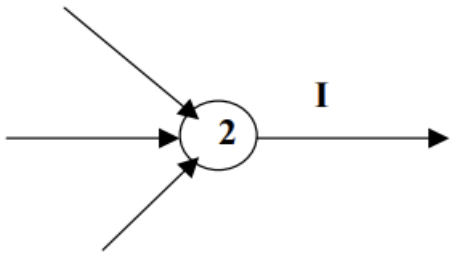


Figura 15 - Simultaneidade de tarefas

O início e o fim do projeto são representados via nós, e convencionalmente, a rede tem apenas um ponto inicial e um final.

De ressalvar que, apenas quando as atividades antecessoras se encontrarem concluídas, é possível iniciar-se uma nova tarefa.

A Figura 16 exemplifica um diagrama de precedências, e demonstra uma possível sequência de atividades. A sua análise, permite visualizar a lógica de precedência representada pelas setas de A a G. A seta X representa uma atividade fictícia que será explicada mais adiante.

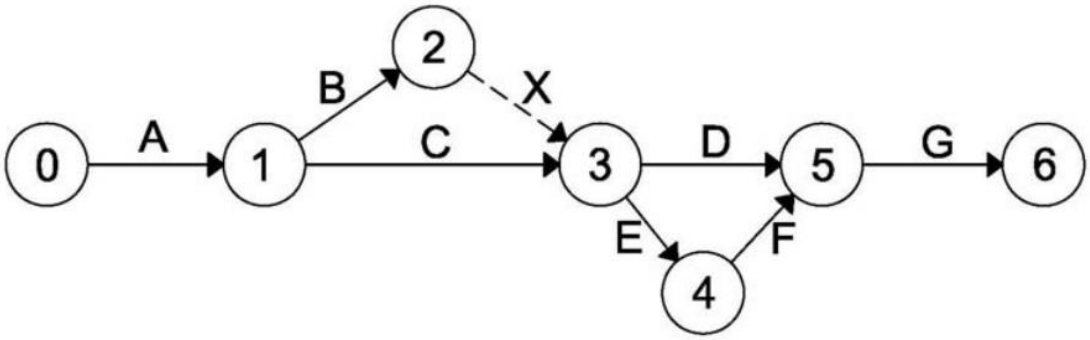


Figura 16 - Diagrama de precedências

Como já mencionado, a programação de uma rede CPM, é realizada através de um diagrama de precedências. Este demonstra a progressão de um projeto através das relações entre as diferentes tarefas e suas durações. Assim que desenhada a rede, em função das datas definidas, calcula-se o prazo mínimo para conclusão da empreitada, passando este cálculo pela identificação das tarefas críticas que integram o respetivo caminho crítico, sendo que este dita a duração total do projeto.

3.3.2. CONCEITOS

O método CPM usa determinadas noções na conceção de um diagrama de precedências, a seguir elencados:

- Data de início mais Cedo (D.i.m.C.): representa a data na qual a atividade foi prevista ser iniciada, o que obriga à conclusão das tarefas antecessoras.
- Data de início mais Tarde (D.i.m.T.): corresponde à data limite em que a tarefa deve ter início, garantindo que a sua conclusão não exceda a data de fim mais Tarde.
- Data de fim mais Cedo (D.f.m.C.): traduz a data de conclusão de uma atividade, quando esta teve início na data de início mais Cedo, e respeitou a duração prevista.
- Data de fim mais Tarde (D.f.m.T.): corresponde à data de términus, a qual não acarreta atrasos nas tarefas sucessoras.
- Margem Total (MT): folga máxima que uma tarefa possui, sem afetar a data de conclusão do projeto.
- Margem Livre (ML): folga máxima que uma tarefa detém, sem prejudicar o começo mais cedo das tarefas sucessoras.
- Margem Independente (MI): atraso máximo de uma atividade, sem implicar atrasos na data de início mais Cedo das sucessoras, bem como na conclusão das datas de fim mais Tarde das que a precedem.
- Margem Dependente (MD): atraso máximo de uma atividade, sem causar atrasos na data de início mais Tarde das sucessoras, bem como na conclusão das datas de fim mais Tarde das que a precedem.
- Atividade Crítica (AC): designação da tarefa cuja folga total é zero. Ou seja, o seu atraso compromete a concretização do projeto no prazo estabelecido.
- Caminho Crítico (CC): sequência das tarefas críticas, nas quais: ML=MT=MI=0

As margens são calculadas através das datas anteriormente enunciadas.

A Figura 17 mostra a representação gráfica das diferentes margens.

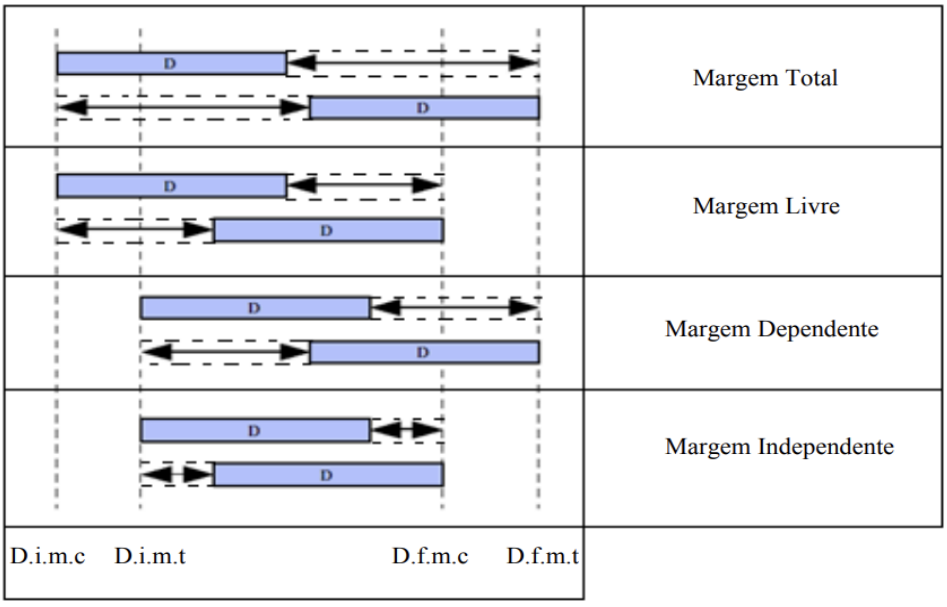


Figura 17 - Representação gráfica do conceito de margens numa rede com tarefas nas setas *(Ferreira, 2011)*

No entanto, há diferenças entre os cálculos, pois estes estão dependentes do método considerado no desenho da rede. Ou consideram-se as tarefas representadas por nós, ou por setas.

Se o método escolhido for segundo as setas, as margens são calculadas da seguinte forma:

- Margem Total (MT): MT=D.f.m.T. - D.i.m.C. – t (3)
- Margem Livre (ML): ML=D.f.m.C. - D.i.m.C. – t (4)
- Margem Dependente (MD): MD=D.f.m.T. - D.i.m.T. – t (5)
- Margem Independente (MI): MI=D.f.m.C. -D.i.m.T. – t (6)

Caso a rede considere as tarefas nos nós, como exemplificado na Figura 18, as folgas são calculadas de forma mais complexa. As atividades em questão representam-se através de x, e as tarefas sucessoras e antecessoras através de x+i e x-i, respetivamente.

- Margem Total (MT): MT=D.f.m.T.(x) – D.i.m.C.(x) – t (7)
- Margem Livre (ML): ML=menor D.i.m.C.(x+i) – D.i.m.C.(x) – t (8)
- Margem Dependente (MD): MD=D.i.m.T.(x) – maior D.f.m.T.(x+i) (9)
- Margem Independente (MI): MI=menor D.i.m.C.(x+i) – maior D.f.m.T.(x-i) – t (10)

Em que:

x – Tarefas

t – Duração

(x+i) – atividade sucessora de x

(x-i) – atividade antecessora de x

D.f.m.C.=D.i.m.C. + t

D.i.m.T.=D.f.m.T. – t

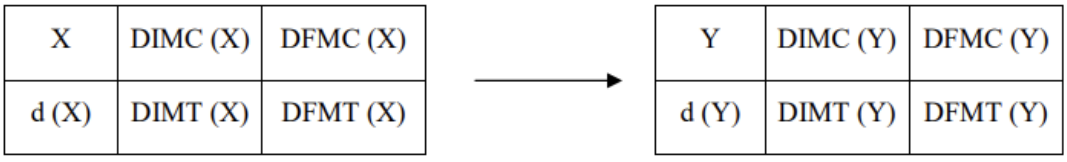


Figura 18 - Exemplo de tarefas nos nós

De acordo com o previamente exposto, na concretização de uma rede CPM, podem ser utilizados dois métodos distintos:

- AOA (Activity on Arrows) apresentada na Figura 19: Através de atividades representadas nas setas e de eventos representados nos nós. As setas traduzem a sequência lógica da

execução das tarefas, e asseguram a ligação entre nós, que indicam as datas de início e conclusão de cada uma.

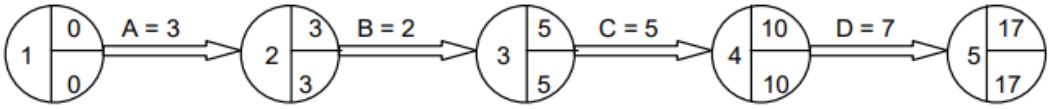


Figura 19 - Rede com atividades nas setas

- AON (Activity on Node) exibida na Figura 20: Através de atividades nos nós, em que a representação gráfica é realizada por intermédio de setas que correspondem à ordem de ligação das tarefas.

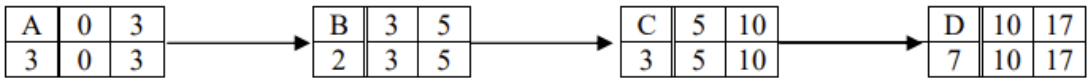


Figura 20 - Rede com atividades nos nós

Entre as duas representações gráficas, a de mais fácil utilização é a AOA, pois permite efetuar um cálculo mais simples das folgas associadas a cada evento.

Por outro lado, o método das tarefas nos nós facilita a visualização da representação, apesar de requerer mais esforço para determinar as margens de cada atividade.

3.3.3. Propriedades de Ambas as Representações

Na conceção de uma rede, é necessário ter alguns cuidados, em particular no recurso à utilização do método de acontecimentos nos nós.

As relações de precedência são necessárias para o traçado de uma rede CPM, pois estas traduzem as interligações entre as tarefas.

Na execução de um diagrama de precedências há que evitar ciclos e omissão de ligações.

Um ciclo, exemplificado na Figura 21, manifesta-se na eventualidade de uma tarefa se tornar precedente da mesma. Ou seja, quando uma tarefa hipotética “A” precede uma tarefa hipotética “B”, e esta precede uma tarefa hipotética “C”, esta última tarefa precede a tarefa inicial A, inviabilizando a realização do projeto.

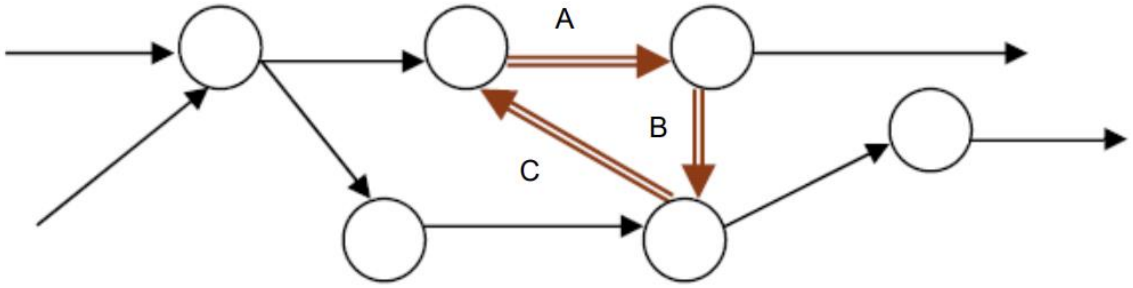


Figura 21 - Exemplo de um ciclo

A omissão de relacionamentos entre duas tarefas, pode levar a uma execução de atividades em simultâneo, o que conduz a custos adicionais na resolução do problema, com impacto na qualidade final da obra.

Na construção de uma rede, é também recomendável, que entre dois eventos consecutivos haja unicidade de atividades, isto é, que exista apenas uma atividade a ligar os acontecimentos.

No caso de ser necessário definir duas tarefas, entre dois acontecimentos consecutivos, estabelece-se uma atividade fictícia, situação exemplificada na Figura 22.

Estas atividades têm duração nula, visto serem usadas unicamente para representar relações de precedência e não consumirem recursos. É prudente não recorrer demasiado a tarefas fictícias num projeto, na procura de encontrar a rede ideal para o mesmo. As atividades fictícias são usadas quando existe uma repetição de dependência, caracterizada no caso de uma tarefa depender de duas ou mais tarefas que são suas precedentes. É então definida como a formulação de uma tarefa que tem por objetivo resolver conflitos de interdependência entre tarefas.

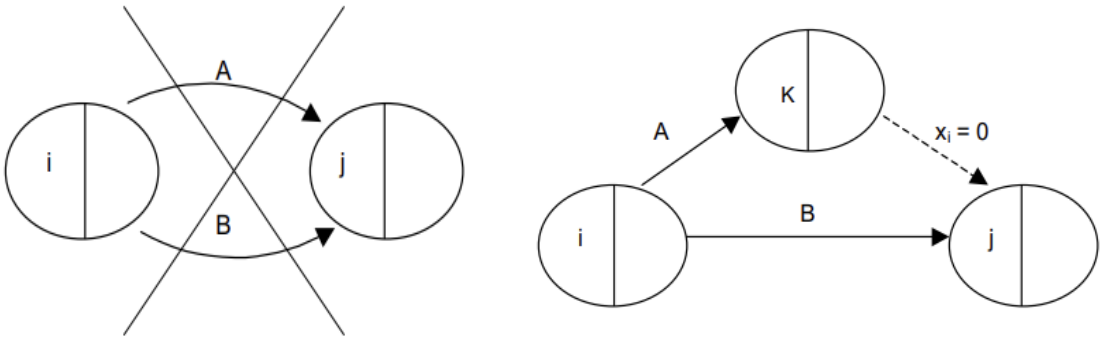


Figura 22 - Tarefa fictícia

Como atrás descrito, a formulação de redes CPM, representando as tarefas nas setas é mais fácil e simples de reproduzir. No entanto, são mais confusas de compreender.

Como consequência, perante a necessidade de simplificar a sua representação e facilitar a metodologia do cálculo, foram desenvolvidas as redes de atividades nos nós. Nesta representação, também conhecida por diagrama de blocos, os blocos abrangem a duração da tarefa, assim como

o nome da mesma, e as respetivas datas de fim e início mais tarde e mais cedo, sendo que as setas ostentam as relações de precedência entre os nós. De salientar, a obrigação de caracterizar os eventos inicial e final da rede através de blocos.

Comparando a mesma sequência de tarefas, usando os dois métodos atrás expostos, é possível constatar na observação da Figura 23, que não se impõe o uso de atividades fictícias na representação através de nós, facilitando os cálculos e os desenhos.

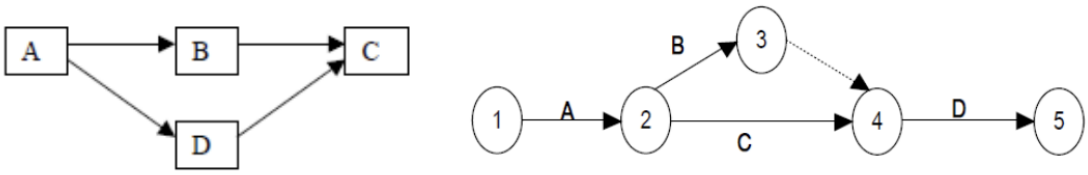


Figura 23 - Necessidade de representar tarefas fictícias

3.4. MÉTODO CPM CONTROLO

3.4.1. METODOLOGIA

Sendo as datas, as durações e as interligações entre tarefas, a única informação disponível em ambas as representações: AON e AOA, tal não permite a um técnico, num caso real, ter uma noção clara e concreta do andamento dos trabalhos.

Na realidade, estes métodos tradicionais apenas são úteis para realizar um planeamento inicial, mas não permitem um adequado controlo de prazos, com base na produtividade medida na obra em curso.

Na Figura 24, é possível observar o aspeto de um gráfico de barras geral segundo o programa Microsoft Project. No caso, é constituído por três tarefas, assinalando o gráfico um balizamento efetuado no dia seis de junho, o que implicou o recálculo do plano de trabalhos.

O balizamento é representado através de uma risca vermelha vertical, visível na imagem. Este processo é efetuado de forma intuitiva, mas o CPM tradicional não tem capacidade para o executar automaticamente.

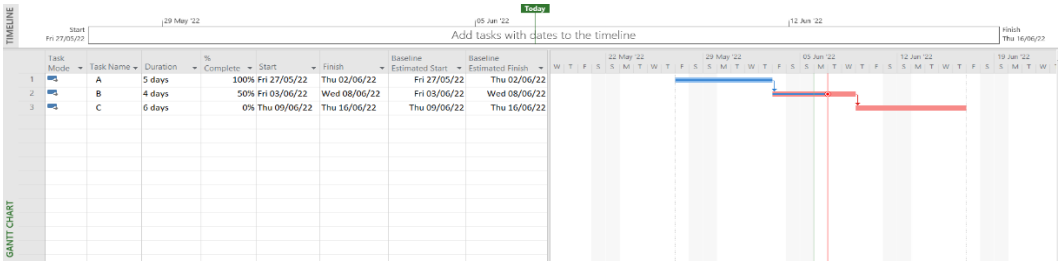


Figura 24 - Exemplo de um gráfico de barras

Não está, portanto, munido com as ferramentas indispensáveis à programação de uma obra, e respetiva evolução.

Por esse motivo, o autor criou um novo método, em Excel, cujo objetivo é suprir estas dificuldades. É apoiado na representação das tarefas nos nós, inclui informação adicional sobre o balizamento duma obra em andamento, e permite controlar a produtividade da mesma.

A Figura 25, representa um nó do método concebido. Como é possível visualizar, é bastante mais complexo que uma tradicional rede de CPM.

<table>
<tr><td colspan="4">Nome da tarefa</td></tr>
<tr><td colspan="2">Data de início planeada (X1)</td><td colspan="2">Data de fim planeada (X2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Data de início mais tarde (W1)</td><td colspan="2">Data de fim mais tarde (W2)</td></tr>
<tr><td>Duração planeada (X3)</td><td>% executada na data do controlo (Y1)</td><td>Tempo trabalhado da data do controlo (Y2)</td><td>Tempo em falta na data do controlo (Y3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Data de início prevista/real (Z1)</td><td colspan="2">Data de fim prevista/real (Z2)</td></tr>
</table>

Figura 25 - Representação do método proposto

A azul, estão representadas as informações adicionais em relação ao método CPM tradicional.

Relativamente a cada tarefa, e para cada balizamento efetuado ao longo da execução da obra, as células estão parametrizadas, de acordo com as informações seguintes:

- Identificação da tarefa
- Data de início referida no plano de trabalhos inicial – X1
- Data de fim expressa no plano de trabalhos inicial – X2
- Data de início mais tarde – W1
- Data de fim mais tarde – W2
- Respetiva duração (em dias) – X3 = X2 – X1
- Percentagem de trabalho executado à data do balizamento, sendo que, em rigor, a percentagem de trabalho executado, só é conhecida com o acompanhamento frequente da obra. – Y1
- Tempo decorrido desde o início da tarefa à data do controlo (em dias) – Y2
- Tempo em falta até à conclusão da tarefa à data do balizamento (em dias) – Y3 = (Y2 × (1-Y1)) /Y1
- Data do início efetivo para tarefas já iniciadas/concluídas, e/ou data de início previsto para tarefas que ainda não tenham sido iniciadas na data do balizamento – Z1
- Data de conclusão efetiva para as tarefas já terminadas, e/ou data de fim previsto para as tarefas em curso/por executar, à data do balizamento, respetivamente – Z2 = Z1+Y2+Y3 e Z2 = Z1+X3

Os balizamentos são efetuados, com base no controlo da produção verificada em obra.

O autor julga que subsiste espaço ao método CPM, para integrar, de igual forma, o controlo da produtividade com base nos consumos de materiais, nos equipamentos e na mão de obra afeta à

execução de determinada atividade. Apesar de o cerne da dissertação ser a produção, é esperado poder aplicá-lo aos fatores referidos anteriormente.

No que concerne às atividades em curso, o método usa um sistema simples de cores, para facilitar a visualização dos avanços e atrasos na execução das várias tarefas, relativamente às datas previstas no programa de trabalhos inicial. Assim, optou-se por aplicar um fundo vermelho às atividades atrasadas, um verde às atividades avançadas, e um amarelo aquelas a decorrer dentro do prazo estabelecido. As atividades já concluídas são representadas a cinzento para mais fácil identificação.

O caminho crítico é representado a cor laranja e a negrito, para possibilitar ao leitor uma melhor perceção da sequência dos trabalhos a executar no âmbito da obra, cujas durações devem ser respeitadas para garantia do cumprimento do prazo contratual estabelecido.

Os números a azul, representam as previsões das datas e dos cálculos efetuados à data do balizamento, tendo por base a observação do andamento dos trabalhos.

Neste contexto, o cálculo do tempo em falta permitirá prever uma nova data de conclusão da tarefa em análise, e com esta nova data é possível estimar a data de conclusão da obra, assumindo que as tarefas ainda não iniciadas, mantêm as durações preconizadas no programa de trabalhos inicial. Este cálculo é feito de forma automática, sendo apenas necessário o preenchimento das células referentes à percentagem de trabalho executado e ao tempo decorrido desde o início da tarefa, à data do controlo.

3.4.2. EXEMPLO

Este subcapítulo tem como objetivo, evidenciar a aplicação do método concebido, comparando a sua representação com um gráfico de Gantt.

De seguida, as Figuras 26 e 27, pretendem exemplificar uma situação de trabalhos hipotética, à data zero, fixada no dia 30 de maio, através do método CPM Controlo, bem como a sua representação num gráfico de barras, em MS Project.

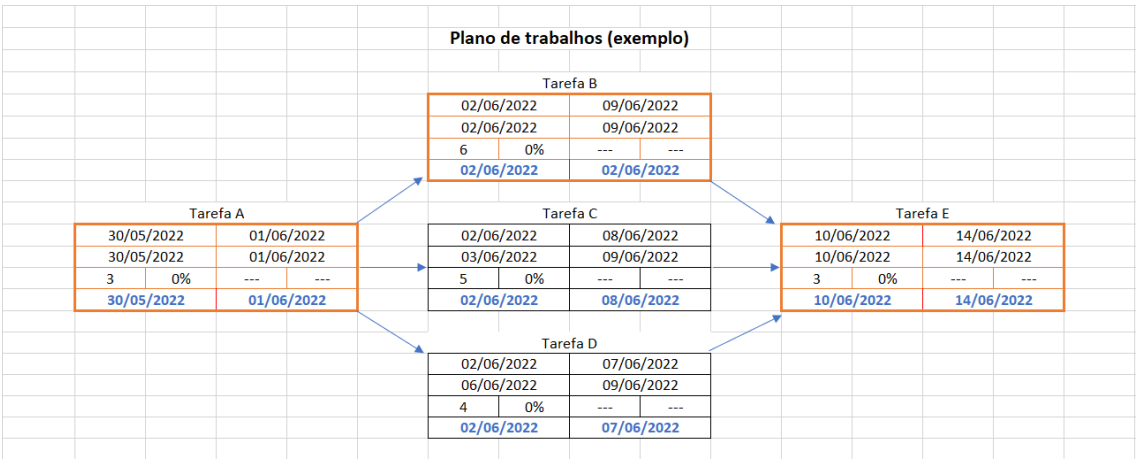


Figura 26 – Exemplo representado em CPM Controlo, à data zero

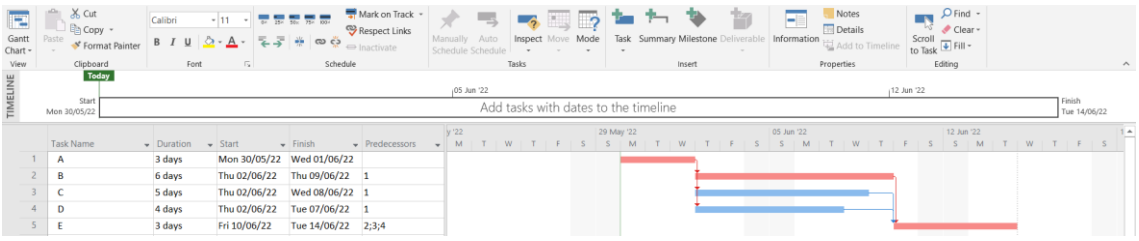


Figura 27 - Exemplo representado num gráfico de barras, à data zero

Em data posterior, a 3 de junho, foi executado um balizamento com recurso à aplicação dos dois métodos em referência, representado nas seguintes Figuras 28 e 29.

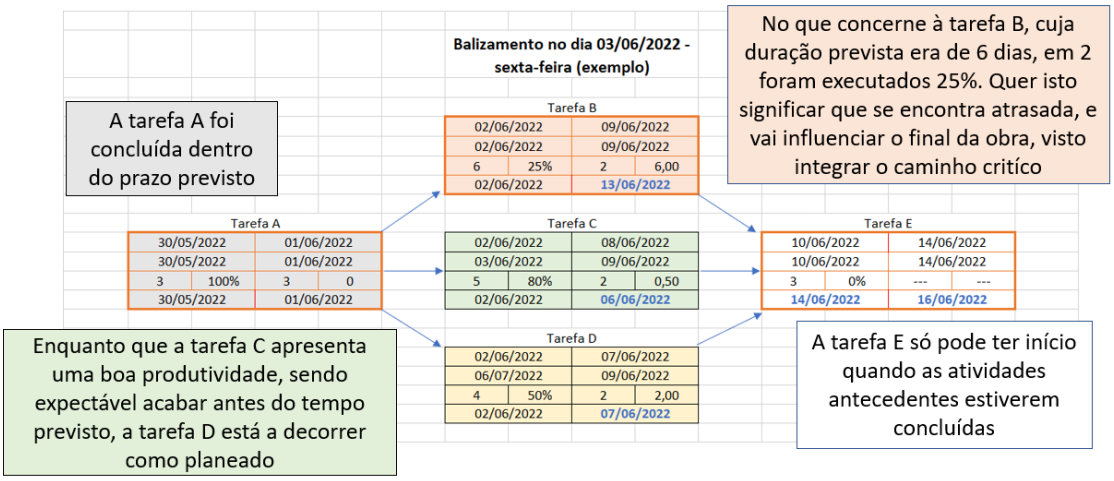


Figura 28 – Exemplo de um balizamento usando o método proposto

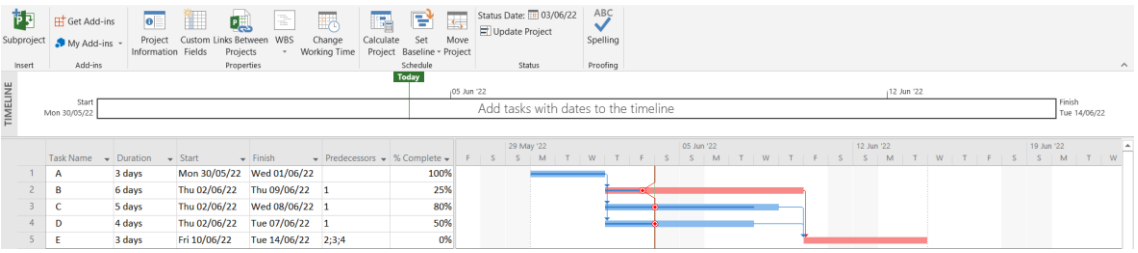


Figura 29 - Exemplo de um balizamento usando um gráfico de barras

Com recurso ao método concebido, é possível verificar na Figura 28, a reprogramação das atividades consideradas, assinalada por números a azul, assim como também o estado de execução das respetivas atividades através do sistema de cores implementado.

A Figura 29 exibe o balizamento em Gantt, representado por uma linha temporal vertical vermelha que mostra o estado de execução das tarefas.

Ambos os balizamentos contêm informação idêntica. Contudo, o método CPM Controlo, à medida que executa o balizamento através da produtividade, reprograma as novas datas de conclusão, as quais representam, de uma forma mais realista o andamento da obra, visto resultarem do controlo da produção da mesma.

Num gráfico de Gantt, como atrás referido, o estado das tarefas, é representado através de uma linha vermelha. Caso a execução de uma das tarefas intersetadas se encontre atrasada, por exemplo a tarefa B, esta está desviada da vertical, para o lado esquerdo.

No entanto, como é possível visualizar na Figura 29, o balizamento através das linhas de progressão, não permite a reprogramação automática das várias atividades, implicando fazer o cálculo do projeto para obter as novas datas de fim. A respetiva reprogramação do gráfico de barras, exibida na Figura 30, mostra o deslocamento das atividades, para a direita.

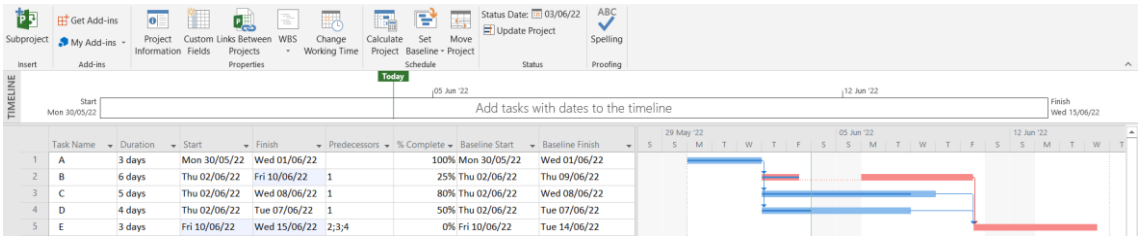


Figura 30 - Reprogramação das atividades em Gantt

Em síntese, da aplicação dos dois métodos, constata-se que a previsão das novas datas de conclusão das tarefas, na sequência de uma reprogramação efetuada num gráfico de Gantt, são menos realistas, já que o recálculo dos prazos é baseado apenas na duração estimada.

Acrescenta-se ainda, que na execução de um balizamento, este método não distingue as tarefas avançadas, das que se encontram dentro do prazo.

4
CASO DE ESTUDO

4.1. EMPRESA

A empresa de acolhimento, fundada em 1981, é especializada na realização de projetos e empreendimentos, públicos e privados, nos domínios das infraestruturas, da urbanização e edifícios, incluindo atividades de planeamento, conceção, licenciamento, gestão e supervisão de obras.

Desenvolve negócios na área de Engenharia, nomeadamente nos setores a seguir elencados:

- Infraestruturas de transportes;
- Sistemas metro-ferroviários;
- Engenharia marítimo-portuária;
- Sustentabilidade e energia;
- Cidades e edifícios;
- Água, saneamento e resíduos;
- Gestão e supervisão da construção;
- Geotecnia e geotecnologia;
- Logística e tecnologia.

Tem a sua sede em Lisboa, opera em todo o país, e também no estrangeiro, em África, América Latina e Ásia. No ano transato apresentou uma faturação na ordem dos seis milhões de euros.

Conta, no seu portefólio, com mais de 2000 trabalhos realizados. A sua experiência internacional é extensa, abrangendo atualmente serviços prestados em mais de 25 países.

Do currículo da empresa, destaca-se a fiscalização do pavilhão Altice-Arena, em Lisboa, originalmente construído para a Expo 98.



Figura 31 – Altice Arena, Lisboa

A delegação à qual o autor está ligado, está sedeada em Viseu, e atualmente conta com dezassete colaboradores responsáveis pelo acompanhamento de catorze empreitadas, em curso, na região.

4.2. CASO DE ESTUDO

4.2.1. INTRODUÇÃO



Figura 32 – Visualização do tanque MBR, em 3D

Num contexto de escassez de água e numa ótica de resiliência hídrica e de sustentabilidade na exploração dos recursos naturais, o Município do Distrito de Viseu promoveu em 2019 um concurso público do tipo conceção/construção de uma ETAR, sendo exigido no programa preliminar patenteado, a adoção da tecnologia MBR, permitindo a reutilização dos efluentes produzidos, para fins industriais e/ou agrícolas.

Esta tecnologia MBR consiste num processo biológico de lamas ativadas onde a separação da biomassa da água tratada é realizada por intermédio de membranas de microfiltração, imersas no reator biológico. Face às soluções de tratamento tradicionais, apresenta um conjunto de mais-valias, a seguir elencadas:

- Excelente qualidade da água tratada, superior à obtida num tratamento terciário;
- Áreas de implantação reduzidas, mínimo impacto ambiental e visual e redução de custos de obra civil;
- Dispensa de decantadores secundários;
- Inferior volume do reator biológico, comparativamente com um sistema de lamas ativadas convencional;
- Efluente final isento de sólidos e com níveis de desinfeção elevados, apto para reutilização, com a salvaguarda da saúde pública;
- Instalações de construção e operação muito mais simples;
- Processo estável e robusto, com melhor resposta a flutuações de caudal;
- Reduzida produção de lamas, traduzindo-se na redução dos custos de exploração.

Passando à apresentação da solução equacionada para a beneficiação da ETAR, a instalação foi dimensionada para a capacidade de tratamento para 6500 hab. eq., numa área disponível que ronda

os 5.000 m², tendo em vista o integral cumprimento dos parâmetros de descarga do efluente tratado na linha de água adjacente à parcela que aloja a estação.

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A Figura 33, representa a planta geral da antiga ETAR, atualmente alvo de requalificação.

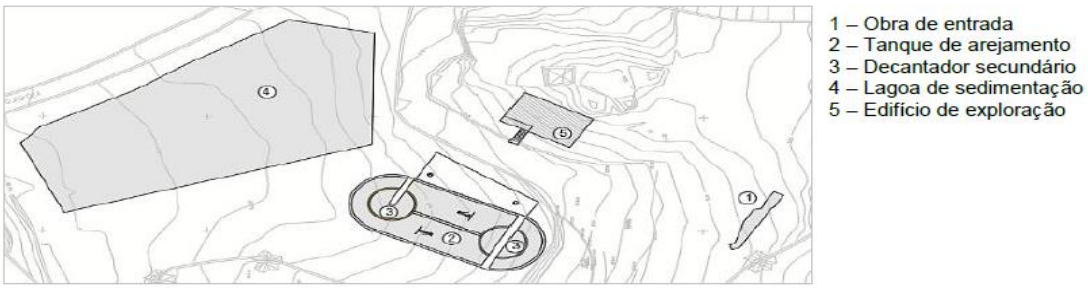


Figura 33 - Esquema da ETAR inicial, em processo de desativação

Resumidamente, elencam-se as etapas de tratamento preconizadas, na nova ETAR, em curso:

Obra de entrada:

- A unidade combinada a instalar, é composta por tamisagem, desarenamento e desengorduramento, e está dimensionada para um caudal de tratamento de 90 m³/h, podendo receber um caudal até 116 m³/h;
- No canal do tamisador será integrado um canal de by-pass, onde será instalada uma gradagem manual. Da gradagem manual o efluente dará entrada no tanque para sofrer as restantes fases de tratamento de desarenamento e desengorduramento;
- Disporá de medição de caudal afluente à instalação.

Equalização/tratamento biológico:

- O projeto prevê a instalação em paralelo de duas linhas de tratamento, tendo o tratamento biológico sido desenhado para um caudal de 75 m³/h;
- Cada linha de tratamento é composta por tanque de homogeneização/anóxico, onde se desenvolverá a etapa de tratamento biológico-anóxico, com uma volumetria total de 325 m³, em que 200 m³ serão dedicados à homogeneização, e 125 m³ destinados ao tratamento anóxico;
- O tanque de homogeneização/anóxico, tem como finalidade cumprir dois objetivos: dispor de um volume de 200 m³ que servirá para a amortização do caudal de ponta que afluirá à ETAR, garantindo assim a homogeneização do efluente pré-tratado, e sua alimentação a caudal constante ao tratamento biológico ao longo das 24 horas do dia;
- No tanque de homogeneização/anóxico será instalado um agitador submersível;

- Para a recirculação de nitrato, necessária para alcançar os teores de azoto desejados no efluente tratado, serão instalados grupos eletrobomba submersíveis, que em função do setpoint de caudal aferido no medidor de caudal, colocam os grupos eletrobomba no ponto de funcionamento pretendido;
- A adição de coagulante para a remoção de fósforo para os níveis pretendidos do projeto será realizada no tanque de homogeneização/anóxico, prevendo-se instalar um reservatório com autonomia mensal para o armazenamento de coagulante e uma bomba doseadora com uma capacidade de doseamento de 6 l/h;
- No tanque de arejamento será instalada uma grelha de dissolução de ar/oxigénio composta por 54 difusores de bolha fina, com uma capacidade de dissolução unitária de 5 m³/h. A produção do ar/oxigénio necessário ao tratamento biológico, será assegurada por um compressor;
- O tanque de membranas, será equipado com três módulos de membranas MBR com uma área total de filtração de 3600 m² e um fluxo hidráulico de 20,8 l/m²h para o caudal de dimensionamento unitário por linha de 37,5 m³/h. O sistema de limpeza das membranas será assegurado pela introdução de ar produzido em compressor dedicado. O ar disponibilizado para a limpeza dos módulos de membranas contribuirá de igual forma para a manutenção da biomassa em suspensão no tanque de membranas assim como o fornecimento de oxigénio necessário para a nitrificação e redução da matéria carbonácea do efluente. A extração de água tratada será assegurada por grupos eletrobomba;
- A água tratada, extraída pelos grupos eletrobomba através dos MBR será posteriormente conduzida e armazenada para reutilização interna na ETAR. Este tanque terá uma volumetria de cerca de 76 m³. Deste tanque, a água será posteriormente encaminhada para descarga no meio hídrico recetor;
- No tanque de água a reutilizar será acoplada a central hidropressora que será responsável pela alimentação de água a reutilizar em toda a ETAR;
- O tanque de água a reutilizar, prevê no seu interior um pequeno compartimento será dedicado ao tanque de formulação da solução de limpeza das membranas MBR (hipoclorito de sódio), que se estima ser necessário 4 vezes por ano.

Extração e tratamento de lamas:

Sucintamente, a linha de tratamento de lamas é composta pelas seguintes fases:

- As lamas em excesso produzidas no processo de tratamento serão removidas diretamente dos tanques de membranas, com recurso a dois grupos eletrobomba, sendo a sua extração realizada de forma temporizada definida no autómato da ETAR;
- As lamas extraídas serão posteriormente conduzidas ao pré-espessador do filtro banda com uma capacidade de desidratação de 4 m³/h;
- Na tubagem de condução da lama a desidratar ao pré-espessador será instalado um misturador estático que será responsável pela injeção da solução polieletrólito na lama. Esta solução será doseada através de um grupo eletrobomba, acionado por variador de velocidade que ajusta o caudal a dosear;
- A lama pré-espessada dará entrada no filtro banda onde será desidratada e posteriormente recolhida na tremonha do grupo eletrobomba, que a elevará, já desidratada, ao silo de armazenamento;

- O silo terá uma capacidade de armazenamento de 30 m³ (para descarregar em camião), que dará uma autonomia prevista mensal.

Escorrências gerais da ETAR:

- Todas as escorrências decorrentes da obra de entrada e desidratação de lamas, assim como as águas das lavagens de áreas técnicas e edifícios existentes da ETAR, serão drenadas graviticamente a um poço de elevação, que dispõe de dois grupos responsáveis pela condução das mesmas a montante da obra de entrada;
- Será instalado um medidor de caudal que permita a medição do caudal de escorrências.

Água de serviço da ETAR:

- Reservatório compartimentado para armazenamento de água tratada para uso interno na ETAR, e reservatório dedicado para a limpeza química das membranas;
- Central de abastecimento de água de serviço à ETAR;
- Sistema de doseamento de hipoclorito de sódio para a manutenção de cloro residual mínimo de modo a manter a água segura para a utilização, e para a formulação da solução de limpeza das membranas.

Relativamente ao aspeto económico, houve a preocupação em minimizar o investimento inicial e os encargos de exploração necessários ao correto funcionamento da ETAR, sem que, a qualidade técnica e ambiental do projeto viesse a ser minimamente comprometida.

No que diz respeito aos equipamentos considerados, estes foram objeto de uma análise criteriosa, não só económica, mas fundamentalmente técnica, tendo por base a qualidade, a fiabilidade e a robustez dos mesmos.

Em termos ambientais, foi estabelecido para a ETAR um grau de tratamento consentâneo com os Decretos-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, e n.º 152/97, de 19 de junho, e sua posterior revisão pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho, acrescido da preocupação de uma remoção eficiente em termos de carga de microrganismos, atendendo neste caso à legislação que rege a reutilização de água.

Dado a obra tratar-se, basicamente, da construção de uma nova ETAR, que visa beneficiar o órgão em funcionamento há mais de 25 anos, o edifício de apoio existente será objeto de intervenção, de forma a integrar um pequeno laboratório, a sala de comando, sanitários, e uma oficina.

O atual tanque de arejamento, bem como a lagoa destinada ao armazenamento de lamas, serão desativados e esvaziados.

A lagoa será renaturada, sobre a qual é espalhada terra vegetal e semeado prado de sequeiro autóctone.

Será melhorado o pavimento no interior da ETAR, assim como a estrada de acesso ao local.

A vedação da parcela que aloja a instalação, será mantida e reabilitada onde necessário.

A rede potável de abastecimento de água existente na ETAR será estendida até aos edifícios a construir. Será também construída uma rede de água de serviço que recorre ao efluente tratado, e serve para a lavagem de equipamentos, pavimentos e regas do espaço.

Na Figura 34, é apresentada a planta geral da implantação dos novos órgãos que integram a estação.

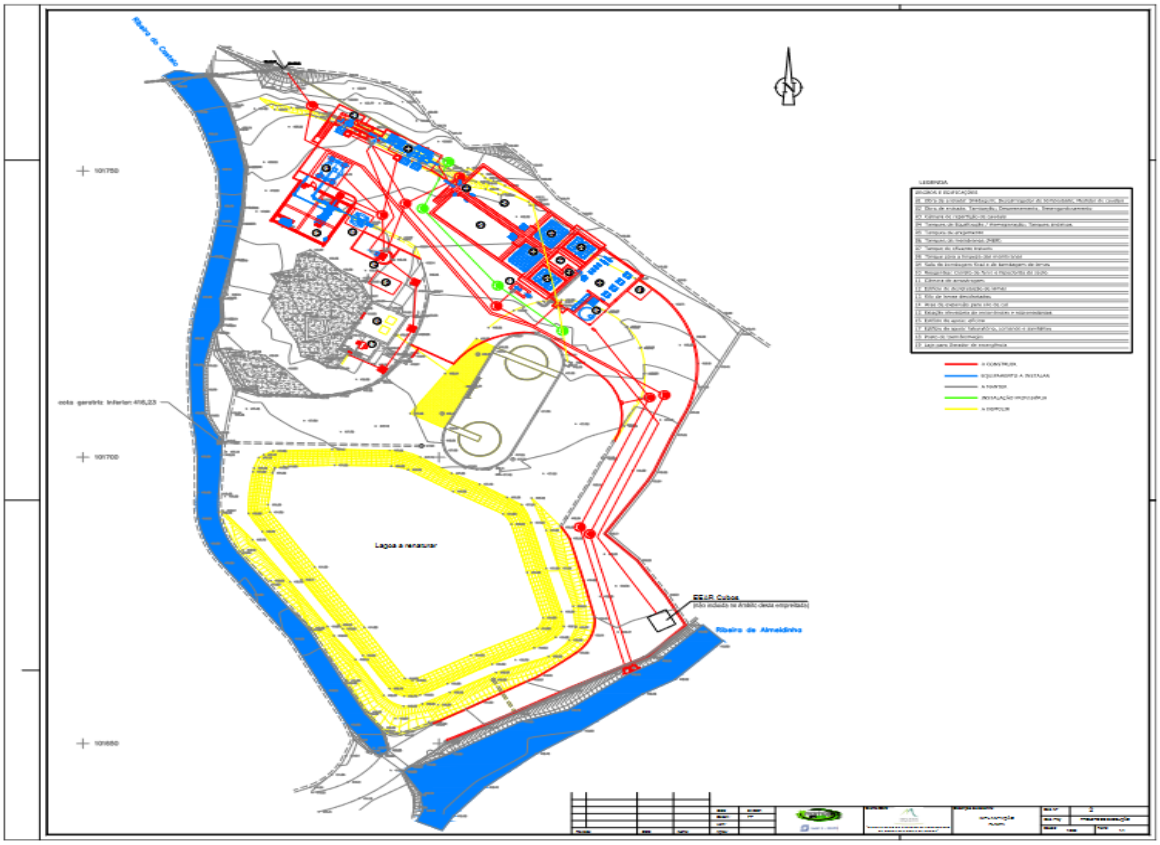


Figura 34 - Planta geral de implantação da ETAR

4.2.3. ELEMENTOS DO CONCURSO

O concurso adotado foi do tipo conceção/construção. Isto é, quer a elaboração do projeto completo de execução, quer a construção da obra, compete ao adjudicatário.

O preço base do concurso público foi fixado em 1.800.000,00 € e a proposta vencedora foi adjudicada por 1.625.000,00 €.

O prazo contratual estabelecido é de 672 dias, que inclui a elaboração do projeto de execução, a construção física de toda a obra, e 6 meses de arranque da instalação.

A empreitada foi consignada a 20 de janeiro de 2021, sendo a partir desta data que se contabilizam todos os prazos.

A equipa responsável pela fiscalização e coordenação de segurança em obra, foi contratada em julho de 2021, por um período de 18 meses, pela importância global aproximada de 75.000,00 €.

O projeto de execução da ETAR foi executado por um gabinete de projetos do Porto, com 40 anos de experiência na área do tratamento de águas residuais.

4.2.4. ESTADO DA OBRA EM MARÇO

Na data deste trabalho, a execução da empreitada encontra-se atrasada relativamente ao prazo contratual previsto, como a grande maioria das obras em curso no país.

Com efeito, a situação pandémica vivida ao longo dos últimos dois anos, a falta de recursos humanos, e a incerteza do cumprimento de datas de entrega por parte dos fornecedores, tem largamente contribuído para o panorama nacional de constatação de atrasos nas obras.

Até final de março, foram executados os seguintes trabalhos:

- Desmatação, limpeza geral do terreno e sua regularização;
- Demolição da antiga obra de entrada e ligação provisória do efluente ao tanque existente, ainda em funcionamento;
- Construção da nova obra de entrada;
- Construção do edifício de tratamento de lamas;
- Reperfilamento do caminho de acesso à estação de tratamento;
- Arranque do tanque MBR.

Nas fotografias inseridas da Figura 35, é possível ver que as fundações, e a laje de fundo do tanque MBR já estão betonadas e que as paredes já possuem armaduras.



Figura 35 - Modelação do aço (8 de Março)

Na Figura 36, a cofragem das paredes exteriores do tanque MBR, já se encontrava aplicada.



Figura 36 - Execução da cofragem do tanque MBR (14 de março)

A foto incluída na Figura 37, foi tirada durante a betonagem das paredes do tanque MBR.



Figura 37 - Betonagem das paredes do tanque MBR (16 de março)

A Figura 38 ilustra a betonagem das paredes do tanque MBR.



Figura 38 – Remoção da cofragem do tanque MBR (22 de março)

O passadiço por cima do tanque MBR, foi betonado após as paredes, como atesta a figura 39.



Figura 39 - Betonagem do passadiço do tanque MBR (29 de março)

No final de março, já é possível ver a obra a ganhar dimensão.

Na Figura 40, é visível o edifício de tratamento de lamas, bem como a obra de entrada da ETAR e o tanque MBR betonados.

Na imagem, é visível o edifício existente (atrás do pinheiro), o qual irá ser alvo de reabilitação.



Figura 40 - Situação no final de março 2022 (29 de março)

Por mera curiosidade, insere-se a Figura 41, relativa a uma fotografia de 1995, aquando da entrada em funcionamento da estação original, tirada do mesmo lugar que a Figura 40.

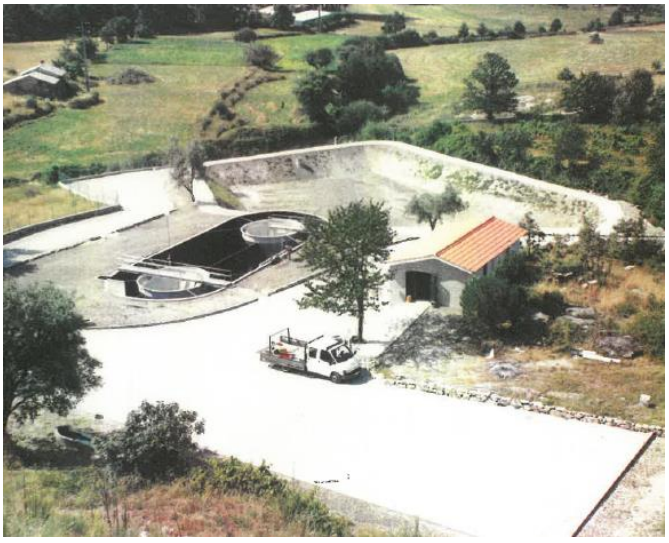


Figura 41 - Fotografia da antiga ETAR (1995)

Por fim, é de referir que apesar do autor ter iniciado a elaboração da dissertação no início de março, só começou o acompanhamento da obra, e a realizar balizamentos semanais, a partir de abril.

5

CONTROLO DA PRODUTIVIDADE E APLICAÇÃO DO MÉTODO

5.1. INTRODUÇÃO

Após o estudo do caso prático e desenvolvido um novo método, o autor procedeu à sua devida implementação em obra. Ao longo do período de desenvolvimento da dissertação, o acompanhamento dos trabalhos permitiu-lhe dispor dos elementos necessários à formulação e teste do modelo concebido.

5.2. TRABALHOS DESENVOLVIDOS

No início da dissertação, foi desenhado um método destinado a possibilitar um controlo do planeamento através da produtividade, o qual configura uma estrutura semelhante a um gráfico de barras, mas usando a formulação de uma rede CPM. Esta ideia foi desenvolvida ao longo do tempo, o que levou à criação do CPM Controlo, método em constante evolução, sempre na tentativa de colmatar falhas identificadas. Ou seja, até à sua versão final, passou por diversas fases.

Subjacente à conceção do método, o seu objetivo primordial, foi, desde o início, incorporar funções que o CPM tradicional não permite. Ou seja, além de identificar o caminho crítico, e de dar a conhecer as diversas datas a ele associadas, também possibilitar a execução de um balizamento numa obra a decorrer, e aferir o andamento das tarefas com base na produção.

Nas suas primeiras semanas, a eficácia da ferramenta foi testada, e aplicada a casos hipotéticos. Após a fase de teste, foi introduzida na obra em curso, tendo o autor percebido a existências de algumas limitações, a carecer de correção.

Particularmente, nas empreitadas a decorrer, é notória a dificuldade no cálculo das folgas temporais, iniciais de cada tarefa, visando conhecer as margens da atividade, apesar de, teoricamente a noção de folga existir e se encontrar contemplada no método proposto.

Outro ponto fraco detetado, e aprofundado com mais detalhe, à frente, é a dificuldade em integrar todo o plano de trabalhos (abarcando a listagem completa de tarefas contempladas na obra) para CPM Controlo. Com efeito, na empreitada em curso, o elevado número de atividades, e a

interligação entre elas, dificulta a aplicação do método concebido, em virtude das limitações temporais impostas pela elaboração da dissertação.

Em resumo, o método foi aplicado às tarefas em curso, no período em que decorreu a elaboração da presente dissertação (abril e maio/2022).

Para além do desenvolvimento do CPM Controlo, semanalmente foram efetuados balizamentos das atividades em curso, com o intuito de apurar informação acerca do andamento dos trabalhos.

No que concerne aos balizamentos executados durante as primeiras semanas de abril, estes, inicialmente incidiam apenas no controlo da produtividade, com base na quantidade de trabalho produzida, e no tempo consumido na sua execução.

Estes dados foram registados e partilhados por parte da empresa de acolhimento, através do controlo diário do trabalho executado no âmbito das suas funções.

Em maio, foi acrescentado um outro tipo de balizamento, este agora relativo ao controlo da mão de obra, visando complementar a informação recolhida. A consulta do plano de mão de obra disponibilizado pela fiscalização, permitiu conhecer o número de horas previstas despender na execução de determinada tarefa, sendo que o acompanhamento da empreitada, possibilitou ao autor aceder ao mapa de pessoal diário. Esta informação (número de trabalhadores em obra, admitindo 8 h/dia), permitiu o apuramento da percentagem de execução de cada uma das tarefas em curso.

Com efeito, na data do balizamento, e sabendo o autor quantas horas foram gastas em cada uma das tarefas a decorrer, é possível prever as respetivas datas de conclusão, pressupondo que se mantém a produtividade afeta a cada uma delas.

Nesta fase, ainda foi proposto, controlar a produtividade com base nos consumos de materiais incorporados nas tarefas em curso, o que não foi possível, por falta de registos em obra.

Na posse da informação acima referida, foram preenchidas tabelas em Excel concebidas pelo autor, e calculadas as novas durações, e datas de fim das atividades acompanhadas. Posteriormente, os registos obtidos foram aplicados num gráfico de barras. Após conclusão deste passo, os controlos foram transferidos para o método CPM Controlo.

O gráfico de barras resultante do controlo, foi efetuado no programa MS Project que, na prática, efetua previsões de datas de forma diferente. Esta ferramenta, calcula as durações/datas de fim, em função da percentagem de execução, sem ter em consideração a produtividade, e o tempo já decorrido. Ou seja, para uma atividade qualquer, não importa se os trabalhos estão a decorrer há dois ou dez dias. O relevante é apenas a duração esperada e a percentagem executada.

Na obra em apreço, a empresa de fiscalização recorre ao programa MS Project para realizar os balizamentos, resultando em previsões de prazos distintos dos obtidos pelo método proposto, menos realistas.

Por fim, refere-se que o autor não efetuou um registo fotográfico de todas as fases da obra.

5.3. BALIZAMENTOS SEMANAIS

5.3.1. SEMANA 1 (BALIZAMENTO DE 4 DE ABRIL)

Como atrás referido, o acompanhamento da obra teve início na primeira semana de abril, concretamente no dia 4. Nos anexo 2 e 3 encontra-se o tratamento da informação em gráfico de

barras e no proposto método CPM Controlo, respetivamente. De ressalvar que todos os balizamentos representados graficamente, foram efetuados em relação ao plano de trabalhos inicialmente entregue pelo adjudicatário.

Da visita efetuada à obra, é notória a reduzida carga de tarefas a decorrer. Apenas cinco, facto este que simplificou ao autor a compreensão da obra e o acompanhamento dos trabalhos.

Tal como o autor tinha expressado, o plano de trabalhos forneceu as durações estimadas das tarefas, e a inerente previsão da quantidade de trabalho envolvida na execução da mesma.

Estes dados, permitem apurar o tempo de trabalho decorrido (em dias e em %), à data do balizamento, em qualquer uma das tarefas assinaladas na tabela, bem como a percentagem de produção efetuada. Com esta informação, é possível estimar a duração em falta até à conclusão das respetivas tarefas (em dias e em %).

Por fim, a última coluna fornece informação sobre o estado de execução das diversas atividades. Uma tarefa pode estar dentro do prazo, avançada ou atrasada, comparativamente com a duração preconizada no plano de mão de obra. Refere-se que o autor optou por representar a vermelho as que se encontram atrasadas, dado que acarretam alguma preocupação aos responsáveis técnicos pela obra.

Recorda-se que, na generalidade do panorama nacional do setor da construção, a maioria das obras apresenta atrasos significativos. Esta, não é exceção.

De ressalvar que a análise da informação refletida na última coluna, não é efetuada relativamente ao plano de trabalhos, mas sim à duração prevista da tarefa, patenteada no plano de mão de obra.

Por escolha do autor, as tabelas com a informação dos devidos controlos de produtividade e horas de mão de obra estão disponíveis no anexo 4.

Na Semana 1, de 4 de abril, encontravam-se a decorrer as tarefas a seguir discriminadas, nos seguintes estados de execução, quando avaliadas segundo a sua produtividade:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Aterro e compactação da envolvente da obra de entrada - Atrasada
- Betão armado no tanque MBR - Avançada
- Revestimentos de superfícies do edifício de tratamento de lamas - Avançada
- Aterro e compactação da envolvente do edifício de tratamento de lamas - Atrasada

Apesar do método CPM Controlo só ter sido desenvolvido e aplicado pela primeira vez na Semana 4, o autor achou interessante aplicá-lo, retrospetivamente, às semanas anteriores. Perante a dimensão das imagens obtidas, decidiu inserir os balizamentos efetuados, presentes no anexo 3.

5.3.2. Semana 2 (Balizamento de 11 de abril)

O balizamento da Semana 2 permite averiguar as evoluções verificadas durante esse período, em termos de percentagem executada das tarefas ainda a decorrer.

De salientar, que as atividades concluídas durante o intervalo de tempo entre os dois balizamentos não se encontram referenciadas. Simplesmente, deixaram de constar na tabela.

Na semana de 11 de abril, estavam em curso as seguintes tarefas, às quais correspondiam os respetivos estados de execução, tendo por base a produtividade:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Betão armado no tanque MBR - Atrasada
- Revestimentos de superfícies do edifício de tratamento de lamas - Atrasada

Na segunda semana, foram dadas como concluídas duas atividades. Ambos os movimentos de terras (na envolvente da obra de entrada e no contorno do edifício destinado ao tratamento das lamas produzidas na estação).

A manutenção do estaleiro acompanha a execução da obra até à sua conclusão, pelo que está sempre considerada "dentro do prazo".

Quanto ao tanque MBR, na semana em apreço, não foi alvo de nenhum trabalho.

No que respeita à execução dos revestimentos das superfícies do edifício de tratamento de lamas, apesar de na primeira semana esta tarefa apresentar um bom andamento, viu a sua produtividade diminuir, passando a estar atrasada, quando comparada a duração calculada com a prevista inicialmente.

5.3.3. SEMANA 3 (BALIZAMENTO DE 18 DE ABRIL)

A foto 42 demonstra um dos trabalhos executados na Semana 3.



Figura 42 - Betonagem da escada do tanque MBR (18 de abril)

Na semana em referência, estavam a decorrer em obra, as seguintes atividades, que segundo o controlo da produção efetuado, se encontravam nos correspondentes estados:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Betão armado no tanque MBR - Atrasada
- Pavimento do edifício de tratamento de lamas - Avançada

Mantiveram-se os baixos ritmos de execução. Com efeito, a produtividade foi reduzida, face à escassez de mão de obra generalizada, justificação apresentada pelo adjudicatário.

Foi terminado o revestimento (reboco) do edifício de lamas, e iniciada a sua pavimentação.

Como é possível ver na Figura 42, deu-se continuação à tarefa do betão armado, com a betonagem das escadas de acesso ao tanque MBR.

5.3.4. SEMANA 4 (BALIZAMENTO DE 26 DE ABRIL)

A partir da Semana 4 foi introduzida uma segunda tabela (em anexo), de estrutura similar à utilizada até ao momento, visando assegurar, em simultâneo, o controlo das horas de mão de obra afetas a cada tarefa em curso.

A Figura 43 representa a aplicação do revestimento nas superfícies do tanque MBR.



Figura 43 - Aplicação do revestimento ao interior do tanque MBR (26 de abril)

Para o efeito, a fiscalização disponibilizou ao autor os mapas de equipas produtivas, com toda a informação relativa ao número de trabalhadores diários em obra, por especialidade.

Assim, a quantidade de trabalho foi encontrada através da multiplicação da duração estimada da tarefa pelo número previsto de trabalhadores no local e pelas oito horas diárias de trabalho. Desta forma foi possível efetuar um controlo mais rigoroso, proporcionando outra forma de cálculo do trabalho em falta (em dias), bem como apurar o devido estado de execução de cada tarefa.

Foi também acrescentado o atraso de cada tarefa relativamente ao previsto no plano de trabalhos. De referir novamente, que a realidade vivida no setor da construção em Portugal traduz-se em atrasos significativos, sendo que a introdução desta coluna, serviu para demonstrar a presente situação.

Na semana de 26 de abril, encontravam-se a decorrer as tarefas a seguir discriminadas, às quais se associam os correspondentes estados de execução segundo a sua produtividade:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Revestimentos de superfícies do tanque MBR - Avançada
- Alvenaria do edifício anexo ao MBR - Avançada

- Pavimento do edifício de tratamento de lamas - Avançada

O andamento das atividades na semana em apreço melhorou. Segundo a avaliação efetuada em obra, todas as tarefas se encontravam a bom ritmo, e avançadas em relação à sua duração prevista. Durante as semanas 3 e 4 concluiram-se também os trabalhos relativos ao betão armado no tanque.

Do controlo da mão de obra afeta à execução da alvenaria do edifício anexo ao MBR, foi constatado que, dos três trabalhadores previstos afetar ao trabalho, apenas dois estavam presentes em obra. Nas restantes tarefas, as previsões feitas através dos diferentes controlos são idênticas.

Esta semana corresponde também à primeira implementação do caso prático ao CPM Controlo.

Como já mencionado, não foi possível calcular as datas de fim e início mais tarde, sendo que essa informação não foi patenteada na tabela. Esta, apenas mostra as tarefas a decorrer, devido a limitações temporais.

5.3.5. SEMANA 5 (BALIZAMENTO DE 10 DE MAIO)

Dado que na primeira semana de maio, o autor interrompeu a dissertação, não foram efetuados controlos. Nas circunstâncias, o balizamento descrito corresponde a duas semanas de trabalho.



Figura 44 - Aterro e compactação da envolvente do tanque MBR (10 de maio)

Na semana de 10 de maio estavam em curso as tarefas a seguir elencadas:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Aterro da lagoa - Avançada
- Aterro e compactação da envolvente do tanque MBR – Avançada (Figura 44)
- Alvenaria do edifício anexo ao MBR - Atrasada
- Vãos do edifício de tratamento de lamas – Dentro do prazo

O andamento das atividades manteve, na generalidade, um bom ritmo. Foram dadas como concluídas as tarefas referentes aos revestimentos do tanque MBR e à pavimentação do edifício de tratamento de lamas.

No entanto após duas semanas, a execução das alvenarias ainda não tinha sido terminada. Efetivamente, já estava em andamento há mais tempo do que o previsto inicialmente para o trabalho.

Quanto ao controlo da mão de obra, na execução do aterro da lagoa estavam presentes três trabalhadores, e na realização da alvenaria do edifício anexo ao MBR estavam dois, sendo que no plano da mão de obra estavam previstas duas e três pessoas, respetivamente.

É de referir que segundo esta análise, a execução do aterro da lagoa estava atrasada, pois mesmo com a mão de obra adicional, o ritmo de trabalho foi baixo, e tendo em atenção as horas já consumidas, ainda não tinham sido efetuados os trabalhos esperados.

Este cenário, pode ter duas origens, Ou a desativação da lagoa foi mal avaliada, implicando, na realidade uma maior afetação de pessoal, ou o ritmo de trabalho/produtividade dos recursos afetos à tarefa têm sido inferior ao previsto.

5.3.6. SEMANA 6 (BALIZAMENTO DE 17 DE MAIO)

A Figura 45 permite visualizar o aterro da lagoa, em fase de conclusão.



Figura 45 - Aterro da lagoa (17 de maio)

Na Semana 6, decorreram as seguintes atividades:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Aterro da lagoa - Avançada
- Revestimento do edifício anexo ao MBR - Atrasada
- Cobertura do tanque MBR - Avançada

A mão de obra afeta ao aterro da lagoa permaneceu a mesma ao longo da semana 6. Isto é, estavam a trabalhar três pessoas em vez das duas previstas afetar à tarefa. O ritmo de execução manteve-se estável.

Entre a semana 6 e a semana 7, foram dadas como terminadas três atividades: o aterro e compactação da envolvente do tanque MBR, a alvenaria do edifício anexo ao MBR, e os vãos do edifício de tratamento de lamas.

Começaram também duas novas tarefas: o revestimento do edifício anexo ao MBR, e a cobertura do tanque MBR, em quadrícula PRFV.

Apesar de estar referido que o revestimento do edifício do tanque anexo ao MBR se encontrar atrasado, este atraso é considerado mínimo, não crítico.

Ao longo desta semana, o controlo da produtividade, tendo por base a produção, era idêntico ao resultado apurado para a produtividade calculada através do número de horas trabalhadas, em todas as atividades a decorrer, à exceção do aterro da lagoa.

5.3.7. SEMANA 7 (BALIZAMENTO DE 24 DE MAIO)

O sétimo balizamento foi efetuado a 24 de maio. Estavam em curso apenas duas tarefas, a seguir identificadas:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Cobertura do tanque MBR - Atrasada

Apesar de várias atividades terem sido terminadas, a obra, nesta semana praticamente não evoluiu. Nenhuma tarefa teve início, e a produtividade da execução da cobertura baixou, acusando agora um leve atraso ao previsto inicialmente.

5.3.8. SEMANA 8 (BALIZAMENTO DE 31 DE MAIO)

Na Semana 8, a última acompanhada pelo autor, estavam a ser desenvolvidos em obra os seguintes trabalhos:

- Manutenção do estaleiro - Dentro do prazo
- Cobertura do tanque MBR - Atrasada
- Limpeza e reparação do edifício de apoio - Avançada

Da observação realizada à tarefa de limpeza e reparação do edifício de apoio existente, verificou-se que apenas um trabalhador lhe estava afeto, quando a previsão inicial era de dois.

A execução da cobertura do tanque MBR viu a sua produção estabilizar e a manter o atraso.

Tal como observado na semana transata, esta também manteve uma fraca produtividade.

A Figura 46 representa o resultado do balizamento efetuado através do método CPM Controlo, durante a Semana 8.

De acordo com o referido anteriormente, todos os balizamentos estão representados em anexo, e em escala adequada.

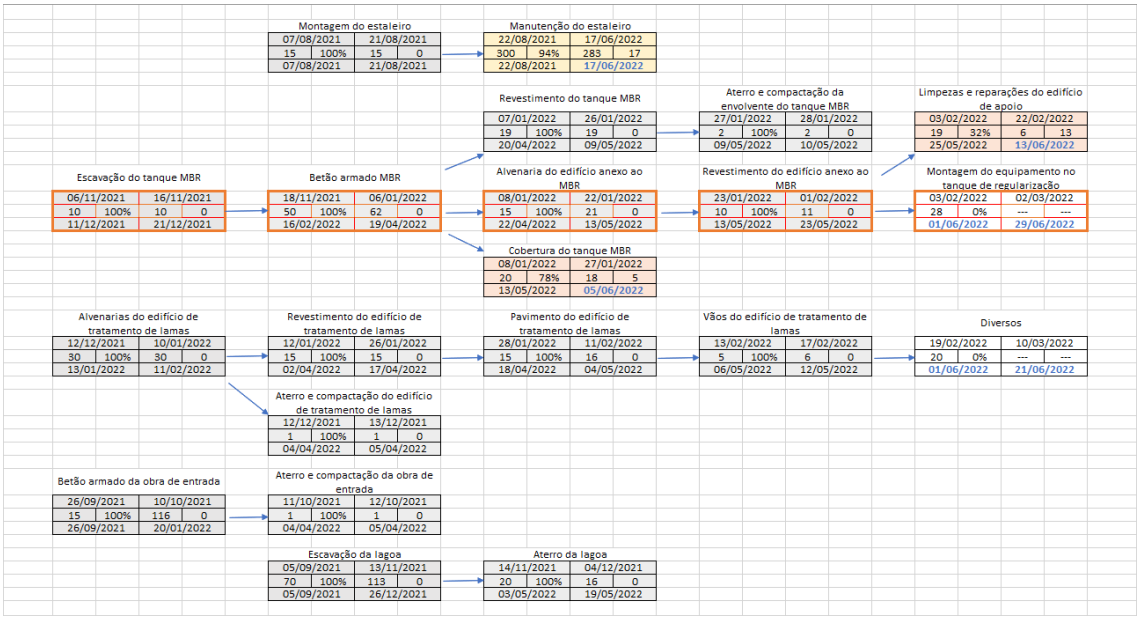


Figura 46 - Balizamento através de CPM Control da semana 8

Sustentado nos dados extraídos da aplicação do CPM Control ao planeamento da obra, é possível ao autor avaliar as vantagens da aplicação deste novo método, bem como identificar as suas limitações.

5.4. RESULTADOS OBTIDOS

No capítulo 2 foram abordadas diferentes técnicas para a realização do planeamento de uma empreitada, e respetivo controlo da produção.

O presente subcapítulo visa apresentar um comentário em relação às metodologias analisadas, no que respeita ao controlo da produtividade, tal como o executado pelo método CPM Controlo.

- O diagrama de Gantt é bastante intuitivo e capaz de executar um balizamento. No entanto não é automático, e requer algum trabalho para o atualizar. Quanto ao controlo da produção, o programa MS Project representa uma boa ferramenta, em que é possível trabalhar os diversos dados retirado do acompanhamento da obra (Ferreira, 2011);
- O PERT e o CPM tradicional, não permitem efetuar o controlo da produção, e são mais eficientes no planeamento, numa fase inicial (Liu, 2013);
- O LOB é um método muito visual e intuitivo, mais específico para projetos repetitivos Não seria de fácil aplicação ao caso de estudo, face à numerosa, e de distinta natureza listagem de tarefas a executar (Suhail & Neale, 1994);
- O Lean executa balizamentos e seria, possivelmente, o melhor método a utilizar na presente obra, no que respeita ao controlo da produção desejado. Esta técnica está equipada com as ferramentas necessárias para assegurar um devido controlo de prazos (Quelhas, 2020);

- O programa SLIGO está muito direcionado para o controlo de custos, e não permite o controlo de prazos, não dando satisfação ao pretendido (Arrimar, 2014);
- O programa CCS é bastante versátil, pois consegue através do gráfico de barras executar balizamentos, permitindo também efetuar o controlo da produção através dos custos. Portanto, reúne condições, para ser aplicado ao caso de estudo (Barbosa, 2021);
- Por fim, o método desenvolvido, CPM Control, mostrou estar capacitado para realizar o controlo dos prazos através da produtividade. A sua aplicação implica algum esforço para o manter permanentemente atualizado, bem como obriga à recolha de dados semanais, em obra. De salientar a sua fácil compreensão e visualização, devido ao sistema de cores implementado. Apresenta uma simples metodologia e o seu uso não requer muito esforço. Como foi referido, esta técnica possibilitou atingir o objetivo preconizado, permitindo ao CPM efetuar balizamentos e o devido acompanhamento de uma obra.

Em síntese:

No panorama atual do setor, é difícil planear a execução de toda uma obra, e controlar a produtividade da mesma, face à imprevisibilidade associada ao fornecimento de materiais, e à disponibilização de recursos humanos.

Apesar desta realidade, é relevante para o setor conhecer a produtividade real, a fim de permitir um planeamento dos trabalhos mais confiável.

Neste contexto, o método concebido apresenta alguns pontos positivos para este fim.

6
CONCLUSÕES

6.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa apresentar as conclusões da presente dissertação.

São respondidas as diversas questões de investigação colocadas no primeiro capítulo, e também apresentadas as dificuldades experienciadas pelo autor durante a execução deste trabalho.

Por fim, são elencados diversos estudos sobre a temática, e possíveis desenvolvimentos a acontecer na área do planeamento e controlo de produção.

6.2. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

Em ato de revisão, no primeiro capítulo foram colocadas quatro questões às quais esta dissertação pretende dar resposta. Após o processo de investigação, e de todo o estudo realizado, o autor está capacitado para as esclarecer.

- Será que o método CPM apresenta benefícios no controlo dos prazos das obras, comparativamente a outras ferramentas disponíveis no mercado?

De recordar, que no capítulo 2 foram apresentadas diversas ferramentas que permitem o controlo de prazos. Entre elas, estavam o CPM, o PERT, o LOB, o gráfico de Gantt e a Lean Construction.

No capítulo 5 foi efetuada uma comparação entre as mesmas. Embora o autor possua um conhecimento breve das diferentes metodologias, foi questionada a sua utilidade para a obra em apreço, tendo por base o estudo efetuado no Capítulo 2.

Apesar de muito famoso (Galloway, 2006), o CPM é restrito na sua utilidade numa obra. Este apenas está capacitado para executar um planeamento inicial, já que a sua atualização requer a construção de uma nova rede, sempre que esta for justificada.

No entanto, hoje em dia, o conceito de caminho crítico constitui uma mais valia que nem todos os métodos detêm. Quando é introduzido em programas informáticos, tal como o MS Projet, e o CCS Candy, torna-o numa ferramenta funcional, com grande aplicabilidade no setor da construção, que responde às exigências do CCP (Decreto-lei n.º 111-B/2017 de 31 de Agosto, 2022), e com o qual os trabalhadores estão mais familiarizados (Olivieri, et al., 2019).

Este contexto, permite ao autor afirmar que o CPM, quando associado a um dos programas referidos, traz efetivamente benefícios no controlo de prazos, comparativamente com outras metodologias.

- Será que o CPM permite efetuar o devido acompanhamento de uma obra?

Tal como observado nos capítulos 3 e 5, o uso do CPM como metodologia de controlo de planeamento, por si só, não permite realizar o devido acompanhamento de uma obra.

Com efeito, a sua simplicidade e falta de evolução ao longo dos anos (Fondahl, 1991), não possibilita ao método CPM, isoladamente, efetuar um adequado controlo da produtividade, nem executar um balizamento, atos de extrema relevância, na atualidade.

- Será que é possível simular um gráfico de barras usando CPM, de forma a este possibilitar fazer balizamentos e controlo da produção?

O autor foi desafiado, no início da dissertação, a desenvolver, com base no método CPM, uma ferramenta que possibilitasse a execução de balizamentos, através do controlo da produtividade.

Como é descrito no capítulo 3, tal metodologia foi concebida, atestando a viabilidade na simulação de um gráfico de barras usando CPM, dotando-o das características necessárias à execução do controlo pretendido.

- Será que a produtividade, calculada com base nos recursos humanos, e nos bens a incorporar nas respetivas tarefas, permite assegurar um adequado controlo de prazos?

O estudo efetuado, permite atestar que um correto controlo do planeamento de uma obra, exige o controlo de todo o tipo de recursos afetos à sua execução.

Um rigoroso acompanhamento e controlo da execução de um empreendimento, propicia e simplifica uma resposta mais fácil à ocorrência de imprevistos, com implicações em alterações no planeamento.

Apesar de se tratar de conceitos diferentes (controlo de planeamento e controlo de produtividade), estes estão interligados entre si. Para controlar o planeamento, é indispensável controlar a produtividade. Efetivamento, só efetuando um acompanhamento contínuo de uma obra, é possível prever o seu desenvolvimento futuro.

Em ato conclusivo, um controlo leva ao outro.

6.3. DIFICULDADES SENTIDAS

Como referido no Capítulo 1, Portugal vive tempos de grande imprevisibilidade no setor da construção civil. A escassez de mão de obra, o aumento de custos dos materiais e equipamentos, a pandemia, o conflito Rússia-Ucrânia, etc, constituem fatores que dificultam/inviabilizam um adequado controlo de um empreendimento.

O acompanhamento de uma obra, ainda que durante um curto período de tempo, permitiu ao autor constatar que o atraso das obras e incumprimentos de prazos de execução, são transversais a todo o setor da construção civil.

Este panorama, corroborou o atraso no andamento dos trabalhos e a falta de mão de obra, dificultando o registo e recolha de dados para desenvolver o método proposto. O volume de trabalho foi inferior ao previsto, mas não impediu que o método fosse desenvolvido e aplicado.

6.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Estando prestes a terminar este trabalho, é importante sintetizar toda a informação recolhida e explorada.

No que diz respeito ao método CPM, há um grande leque de artigos e ideias em como o melhorar, tal como demonstrado no capítulo 2.

Toda a área do planeamento, dispõe de diversas e variadas metodologias desenvolvidas, e/ou em desenvolvimento. Comprova-se, pela bibliografia consultada, que está a ser realizado muito trabalho, na área do controlo do planeamento/controlo de produção.

Ainda que numa fase muito incipiente, na ótica do autor, o CPM Controlo tem potencialidade para vir a constituir, no futuro, uma ferramenta informática. Deixa-se como proposta, a inclusão do controlo dos prazos e execução de balizamentos, tendo como suporte outra informação (recursos humanos/materiais/equipamentos), e não apenas com base no controlo da produtividade.

Por fim, seria interessante avaliar a aplicação do CPM Controlo a outros empreendimentos, visando a obtenção e comparação de resultados, em obras de natureza distinta, aferindo dificuldades e oportunidades.

Em ato conclusivo, foi evidente, que o objetivo a que o presente trabalho se propôs, foi atingido.

Referências Bibliográficas

Em formato APA:

Arrimar, H. F. (2014). *Adequação dos Sistemas de Controlo de Custos de Obra às Metodologias de Controlo Internacionais.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Asana, T. (2021). *Critical path method: How to use CPM for project management*. Obtido em 18 de 03 de 2022, de asana.com: https://asana.com/resources/critical-path-method

Atin, S., & Lubis, R. (2019). Implementation of Critical Path Method in Project Planning and Scheduling. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 662.*

Barbosa, M. A. (2021). *Controlo de Custos duma obra Utilizando o software CCS Candy.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Barros, B. d. (2017). *Importância da Preparação de Projecto para o Controlo da Qualidade em Obra.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Bintang, M. R., Sungkono, K. R., & Sarno, R. (2019). Time and Cost Optimization in Feasibility Test of CCTV Project using CPM and PERT. *2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, (pp. 678-683).

Bowers, J. A. (1995). Criticality in Resource Constrained Networks. *The Journal of the Operational Research Society, 46*, 80-91.

Carneiro, R. F. (2012). *Inovação na Revista de Projectos - Algumas Sugestões.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Decreto-lei n.º 111-B/2017 de 31 de Agosto. (21 de 03 de 2022). Obtido de https://pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=2820&tabela=leis

Dolabi, H. R., Afshar, A., & Abbasnia, R. (2014). CPM/LOB Scheduling Method for Project Deadline Constraint Satisfaction. *Automation in Construction, 48*, 107-118.

Faria, J. A. (2017). *Sebenta de Gestão de Projetos.* Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ferreira, R. C. (2011). *Comparação Aplicada entre as Técnicas de Planeamento CPM e LOB (Lines of Balance).* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Figueiredo, J. M. (2009). *Optimização da Gestão da Construção.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Flood, I. (2011). Foresight: A Graphically Based Approach To Modeling Construction Processes. *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, (pp. 3472-3483).

Fondahl, J. W. (1991). The Development of the Construction Engineer: Past Progress and Future Problems. *Journal of Construction Engineering and Management, 117*(3), 380-392.

Galloway, P. D. (2006). Comparative Study of University Courses on Critical-Path Method Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management, 132*(7), 712-722.

Galloway, P. D. (2006). Survey of the Construction Industry Relative to the Use of CPM Scheduling for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management, 132*(7), 697-711.

Grenho, L. F. (2009). *Last Planner System e Just-in-Time na Construção.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Guerreiro, A. M. (2020). *Manutenção em Edifícios Bivalentes - Pavilhões Desportivos.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Hegazy, T., & Menesi, W. (2010). Critical Path Segments Scheduling Technique. *Journal of Construction Engineering and Management, 136*(10), 1078-1085.

Jayaraman, H. (1995). *MS Thesis: An Improved Activity Prioritizing Heuristic in Stochastic PERT Networks.* University of Oklahoma, Oklahoma.

Katara, S., & Amponsah, S. K. (2013). Project Planning and Scheduling, the Critical Path Method Approach. BUI Power Project as a Case of Study. *International Journal of Sciences, 2*(12), 33-41.

Kholil, M., Alfa, B. N., & Hariadi, M. (2018). Scheduling of House Develompment Projects with CPM and PERT Method for Time Efficiency (Case Study: House Type 36). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 140.*

Liberatore, M. J., Pollack-Johnson, B., & Smith, C. A. (2001). Project Management in Construction: Software Use and Research Directions. *Journal of Construction Engineering and Management, 127*(2), 101-107.

Liu, M. (2013). Program Evaluation and Review Technique (PERT) in Construction Risk Analysis. *Applied Mechanics and Materials, 357-360*, 2334-2337.

Lu, M., & Lam, H.-C. (2008). Critical Path Scheduling under Resource Calendar Constraints. *Journal of Construction Engineering and Management, 134*(1), 25-31.

Lu, M., & Li, H. (2003). Resource-Activity Critical-Path Method for Construction Planning. *Journal of Construction Engineering and Management, 129*(4), 412-420.

Martins, P. M. (2013). *Avaliação da Produtividade na Construção no Brasil : O Modelo de Estratificação.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Moghayedi, A. (2016). Improving Critical Path Method (CPM) by applying safety factor to manage delays. *Scientia Iranica, 23*(3), 815-826.

Moreno, F., Orozco, F., Rojas, O., Senior, B., Poshdar, M., & Forcael, E. (2020). A Fixed Start Scheduling Approach for Repetitive Construction Projects. *Journal of Civil Engineering, 24*(6), 1671-1682.

Nguyen, N.-T., Huynh, Q.-T., & Vu, T.-H.-G. (2018). A Bayesian Critical Path Method for Managing Common Risks in Software Project Scheduling. *SoICT 2018*, (pp. 382-388).

Nunes, T. M. (26 de 01 de 2021). *O Impacto do COVID 19 nas Empreitadas de Obras Públicas*. Obtido em 04 de 03 de 2022, de belzuz.net: https://www.belzuz.net/pt/publicacoes/em-portugues/item/11225-o-impacto-do-covid-19-nas-empreitadas-de-obras-publicas-em-portugal.html

Olawale, Y. A., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice. *Construction Management and Economics, 28*, 509-526.

Olivieri, H., Seppänen, O., & Granja, A. D. (2018). Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS). *Construction Management and Economics, 36*(2), 109-124.

Olivieri, H., Seppänen, O., Alves, T. d., Scala, N. M., Schiavone, V., Liu, M., & Granja, A. D. (2019). Survey Comparing Critical Path Method, Last Planner System, and Location-Based Techniques. *Journal of Construction Engineering and Management, 145*(12), 04019077-1-04019077-12.

Petroutsatou, K. (2022). A proposal of project management practices in public institutions through a comparative analyses of critical path method and critical chain. *International Journal of Construction Management, 22*(2), 242-251.

Portaria n.º 42/2015 | DRE. (22 de 03 de 2022). Obtido de https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/42-2015-66085356

Quelhas, J. C. (2020). *A Aplicação de Técnicas da Metodologia Lean na Direção de uma Obra.* Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

Rodrigues, H. V. (2015). *Revisão de Projeto na Ótica do Controlo da Qualidade em Fase de Execução.* Faculadade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Rodrigues, R. M. (2021). *Metodologia da Fiscalização de Obras.* Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

RTP NOTÍCIAS. (11 de 01 de 2022). *Matosinhos com obras em atraso devido a crise na construção civil*. Obtido em 04 de 03 de 2022, de rtp.pt: https://www.rtp.pt/noticias/economia/matosinhos-com-obras-em-atraso-devido-a-crise-na-construcao-civil_v1376059

Samaranayake, P., Lewis, G. S., Woxvold, E. R., & Toncich, D. (2002). Development of engineering structures for scheduling and control of aircraft maintence. *International Journal of Operations & Production Management, 22*, 843-867.

Sangroungrai, S., Sukchareonpong, P., & Witchakul, S. (2018). Engineering, Procurement and Construction (EPC) Project Management for Reducing Cost and Time: A Case Study of Petrochemical Plant. *2018 5th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, (pp. 402-406).

Sousa, H., Martins, J. P., & Monteiro, A. (2012). *Gestão de Projetos: Capítulo 7 - Planeamento.* Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Street, I. A. (2000). The pitfalls of CPM scheduling on construction projects. *Cost Engineering, 42*, 35-37.

Suhail, S. A., & Neale, R. H. (1994). CPM/LOB: New Methodology to Integrate CPM and Line of Balance. *Journal of Construction Engineering and Management, 120*(3), 667-684.

Thulasimani, T., Arasu, K., & Yazharasu, A. (2019). Scheduling manufacturing process layout of a kurti applying critical path method. *International Conference on Materials, Manufacturing and Machining 2019*, (pp. 030014-1-030014-5).

Tiwari, S., & Johari, S. (2015). Project Scheduling by Integration of Time Cost Trade-off and Constrained Resource Scheduling. *Journal of The Institution of Engineers (India), 96*(1), 37-46.

Türkakin, O. H., Manisali, E., & Arditi, D. (2020). Delay analysis in construction projects with no updated work schedules. *Engineering, Construction and Architectural Management, 27*(10), 2893-2909.

Universidade de Coimbra. (1999/2000). *Universidade de Coimbra*. Obtido em 09 de 05 de 2022, de uc.pt: https://eden.dei.uc.pt/~dourado/Cadeiras/Pg/public_html/Acetatos/Cap7.pdf

UTOPIA - ARQUITECTURA E ENGENHARIA LDA. (2022). *Fiscalização de Obra - Utopia*. Obtido em 13 de 03 de 2022, de utopia-projectos.com: https://www.utopia-projectos.com/servicos/fiscalizacao-de-obra/

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking. *Journal of the Operational Research Society*, 1-8.

ANEXOS

CONSIDERAÇÕES

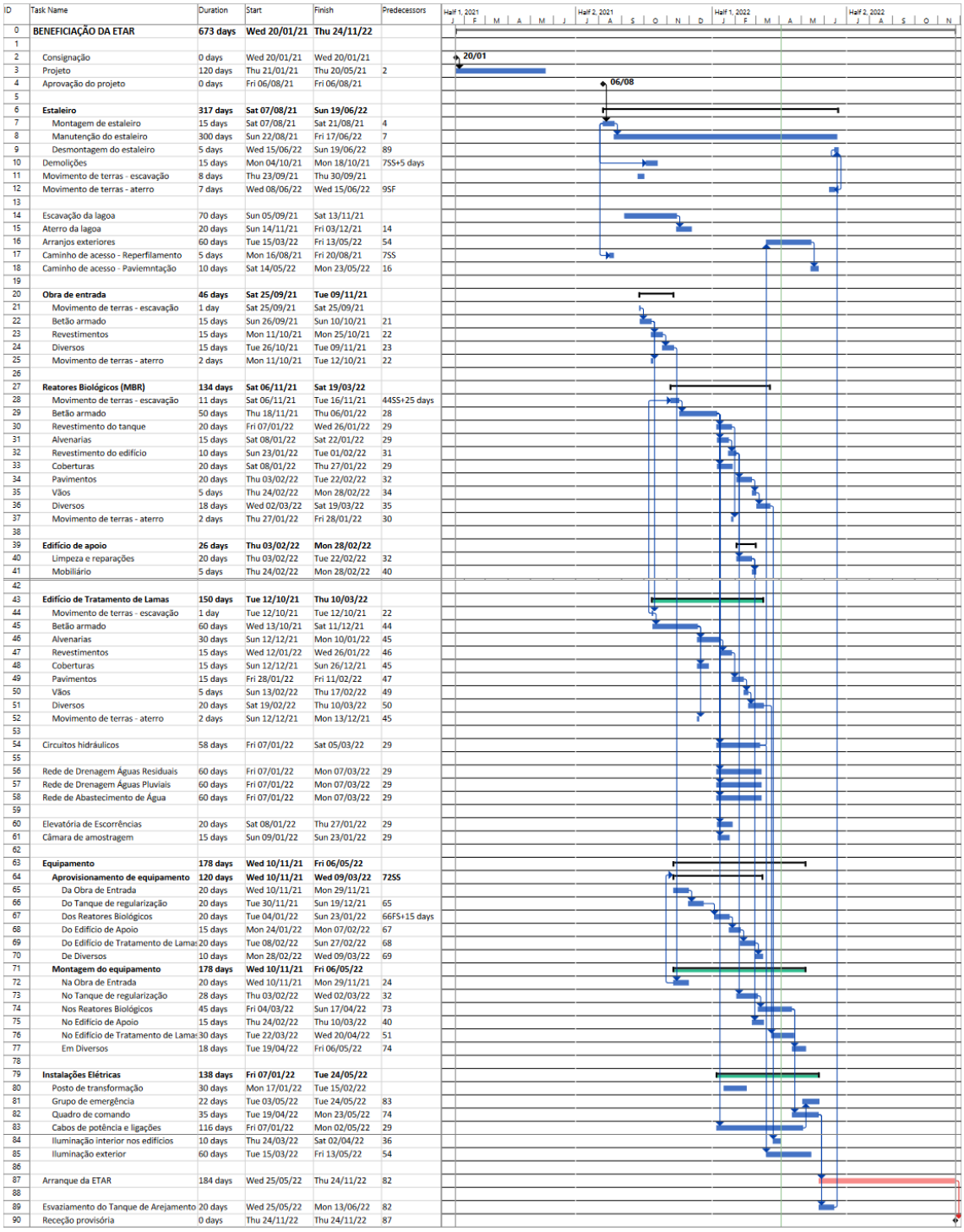
Devido ao formato do plano de trabalhos e do método desenvolvido, o autor decidiu apresentar a documentação referida em anexo, a qual integra os itens a seguir discriminados:

- Plano de trabalhos – Anexo 1
- Balizamento das tarefas acompanhadas em gráfico de barras – Anexo 2
- Balizamento das tarefas acompanhadas no método desenvolvido – Anexo 3
- Controlo da produtividade e da mão de obra em EXCEL – Anexo 4

ANEXO 1.

PLANO DE TRABALHOS

ANEXO 1.A. PLANO DE TRABALHOS



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**673 days**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**	
1					
2	Consignação	0 days	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	
3	Projeto	120 days	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	2
4	Aprovação do projeto	0 days	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	
5					
6	**Estaleiro**	**317 days**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**	
7	Montagem de estaleiro	15 days	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	4
8	Manutenção do estaleiro	300 days	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22	7
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22	89
10	Demolições	15 days	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	7SS+5 days
11	Movimento de terras - escavação	8 days	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21	
12	Movimento de terras - aterro	7 days	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22	9SF
13					
14	Escavação da lagoa	70 days	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21	
15	Aterro da lagoa	20 days	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21	14
16	Arranjos exteriores	60 days	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22	54
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21	7SS
18	Caminho de acesso - Paviemntação	10 days	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22	16
19					
20	**Obra de entrada**	**46 days**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**	
21	Movimento de terras - escavação	1 day	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	
22	Betão armado	15 days	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21	21
23	Revestimentos	15 days	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21	22
24	Diversos	15 days	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21	23
25	Movimento de terras - aterro	2 days	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21	22
26					
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**134 days**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**	
28	Movimento de terras - escavação	11 days	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21	44SS+25 days
29	Betão armado	50 days	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22	28
30	Revestimento do tanque	20 days	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22	29
31	Alvenarias	15 days	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22	29
32	Revestimento do edifício	10 days	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22	31
33	Coberturas	20 days	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22	29
34	Pavimentos	20 days	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22	32
35	Vãos	5 days	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22	34
36	Diversos	18 days	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22	35
37	Movimento de terras - aterro	2 days	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22	30
38					
39	**Edifício de apoio**	**26 days**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**	
40	Limpeza e reparações	20 days	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22	32
41	Mobiliário	5 days	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22	40
42					
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**150 days**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**	
44	Movimento de terras - escavação	1 day	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	22
45	Betão armado	60 days	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21	44
46	Alvenarias	30 days	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22	45
47	Revestimentos	15 days	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22	46
48	Coberturas	15 days	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21	45
49	Pavimentos	15 days	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22	47
50	Vãos	5 days	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22	49
51	Diversos	20 days	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22	50
52	Movimento de terras - aterro	2 days	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21	45
53					
54	Circuitos hidráulicos	58 days	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22	29
55					
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22	29
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22	29
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22	29
59					
60	Elevatória de Escorrências	20 days	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22	29
61	Câmara de amostragem	15 days	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22	29
62					
63	**Equipamento**	**178 days**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**	
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**120 days**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**	**72SS**
65	Da Obra de Entrada	20 days	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21	
66	Do Tanque de regularização	20 days	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	65
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	66FS+15 days
68	Do Edifício de Apoio	15 days	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	67
69	Do Edifício de Tratamento de Lama:	20 days	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	68
70	De Diversos	10 days	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	69
71	**Montagem do equipamento**	**178 days**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**	
72	Na Obra de Entrada	20 days	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21	24
73	No Tanque de regularização	28 days	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22	32
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22	73
75	No Edifício de Apoio	15 days	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22	40
76	No Edifício de Tratamento de Lama:	30 days	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22	51
77	Em Diversos	18 days	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22	74
78					
79	**Instalações Elétricas**	**138 days**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**	
80	Posto de transformação	30 days	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22	
81	Grupo de emergência	22 days	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22	83
82	Quadro de comando	35 days	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22	74
83	Cabos de potência e ligações	116 days	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22	29
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22	36
85	Iluminação exterior	60 days	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22	54
86					
87	Arranque da ETAR	184 days	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22	82
88					
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamento	20 days	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22	82
90	Receção provisória	0 days	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22	87

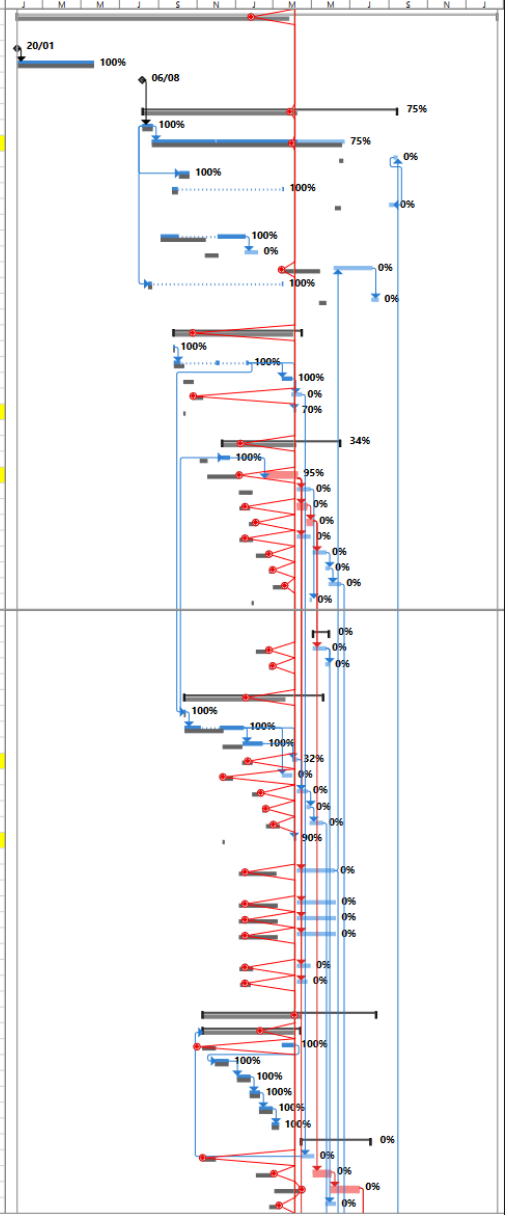
ANEXO 2.

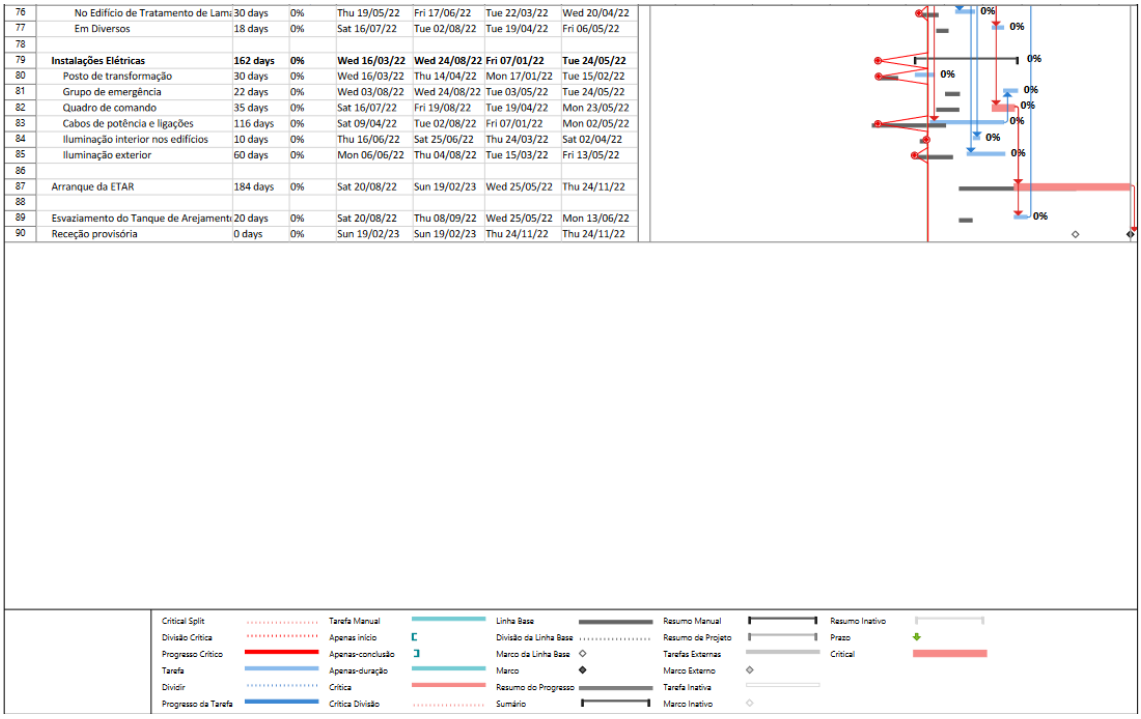
BALIZAMENTO DAS TAREFAS ACOMPANHADAS EM GRÁFICO DE BARRAS

ANEXO 2.A. BALIZAMENTO DA SEMANA 1 (4 DE ABRIL)

Balizamento 4-04

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**761 days**	**37%**	**Wed 20/01/21**	**Sun 19/02/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**403 days**	**75%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 13/09/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	75%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Fri 09/09/22	Tue 13/09/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Fri 02/09/22	Fri 09/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	20 days	0%	Sun 16/01/22	Fri 04/02/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Mon 06/06/22	Thu 04/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Fri 05/08/22	Sun 14/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**68%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	70%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**187 days**	**34%**	**Sat 11/12/21**	**Wed 15/06/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	11 days	100%	Sat 11/12/21	Tue 21/12/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	50 days	95%	Wed 16/02/22	Fri 08/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	0%	Sat 09/04/22	Thu 28/04/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	15 days	0%	Sat 09/04/22	Sat 23/04/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	10 days	0%	Sun 24/04/22	Tue 03/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	20 days	0%	Sat 09/04/22	Thu 28/04/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Wed 04/05/22	Mon 23/05/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Tue 24/05/22	Sat 28/05/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sun 29/05/22	Wed 15/06/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	0%	Fri 29/04/22	Sat 30/04/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Wed 04/05/22**	**Sat 28/05/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Wed 04/05/22	Mon 23/05/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Tue 24/05/22	Sat 28/05/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**220 days**	**61%**	**Tue 12/10/21**	**Thu 19/05/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	7 days	32%	Sat 02/04/22	Fri 08/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	15 days	0%	Sat 09/04/22	Sat 23/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	5 days	0%	Sun 24/04/22	Thu 28/04/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Fri 29/04/22	Wed 18/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	90%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Sat 09/04/22	Sun 05/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Sat 09/04/22	Tue 07/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Sat 09/04/22	Tue 07/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Sat 09/04/22	Tue 07/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Sat 09/04/22	Thu 28/04/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Sat 09/04/22	Sat 23/04/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**275 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Thu 11/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lama	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**110 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Tue 02/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Wed 04/05/22	Tue 31/05/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Wed 01/06/22	Fri 15/07/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Tue 24/05/22	Tue 07/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22



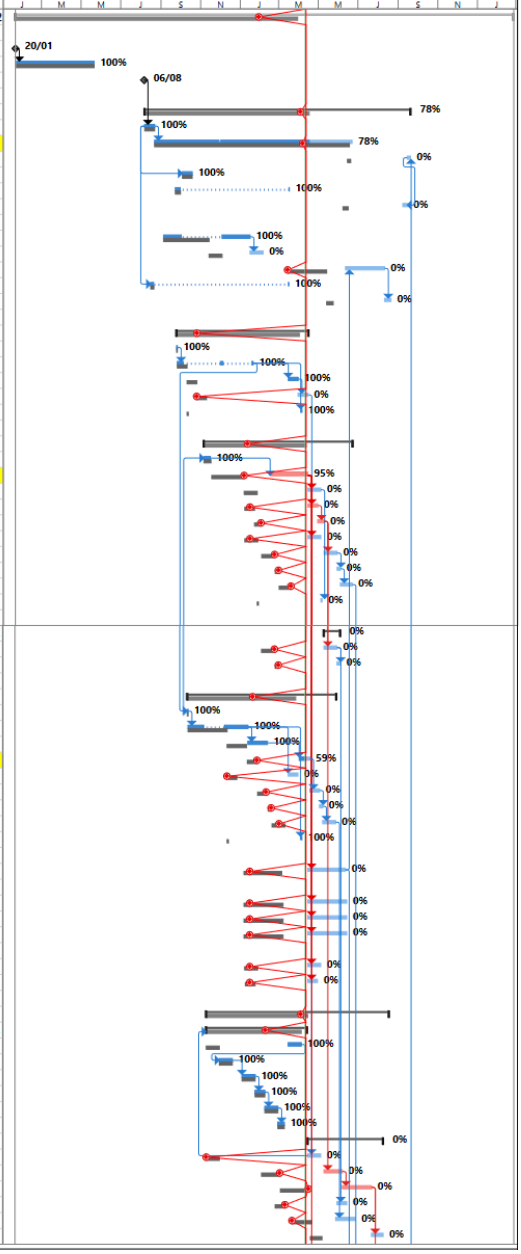


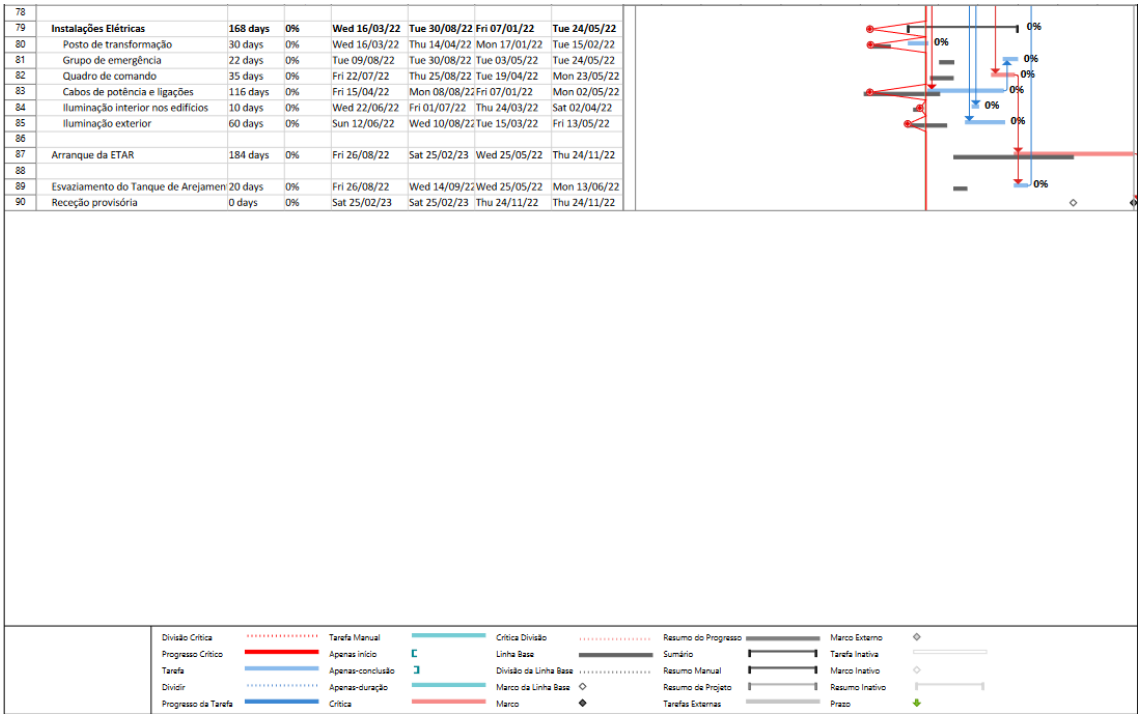
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Thu 19/05/22	Fri 17/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Sat 16/07/22	Tue 02/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22
78							
79	**Instalações Elétricas**	**162 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Wed 24/08/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Wed 03/08/22	Wed 24/08/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Sat 16/07/22	Fri 19/08/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Sat 09/04/22	Tue 02/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Thu 16/06/22	Sat 25/06/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Mon 06/06/22	Thu 04/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Sat 20/08/22	Sun 19/02/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejament	20 days	0%	Sat 20/08/22	Thu 08/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sun 19/02/23	Sun 19/02/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.B. BALIZAMENTO DA SEMANA 2 (11 DE ABRIL)

Balizamento 11-04

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**767 days**	**37%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 25/02/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**409 days**	**78%**	**Sat 07/08/21**	**Mon 19/09/2**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	78%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 15/09/22	Mon 19/09/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 08/09/22	Thu 15/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	20 days	0%	Sun 16/01/22	Fri 04/02/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Sun 12/06/22	Wed 10/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Thu 11/08/22	Sat 20/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**229 days**	**36%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 22/06/2**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	56 days	95%	Wed 16/02/22	Thu 14/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	15 days	0%	Fri 15/04/22	Fri 29/04/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	10 days	0%	Sat 30/04/22	Mon 09/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 10/05/22	Sun 29/05/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 30/05/22	Fri 03/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 04/06/22	Tue 21/06/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	0%	Thu 05/05/22	Fri 06/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Tue 10/05/22**	**Fri 03/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Tue 10/05/22	Sun 29/05/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Mon 30/05/22	Fri 03/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**229 days**	**62%**	**Tue 12/10/21**	**Sat 28/05/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	59%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	15 days	0%	Mon 18/04/22	Mon 02/05/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	5 days	0%	Tue 03/05/22	Sat 07/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Sun 08/05/22	Fri 27/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Fri 15/04/22	Sat 11/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Fri 15/04/22	Mon 13/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Fri 15/04/22	Mon 13/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Fri 15/04/22	Mon 13/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Fri 15/04/22	Fri 29/04/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**281 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 17/08/2**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/2**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lam	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**116 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 08/08/2**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 10/05/22	Mon 06/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 07/06/22	Thu 21/07/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Mon 30/05/22	Mon 13/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Sat 28/05/22	Sun 26/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Fri 22/07/22	Mon 08/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



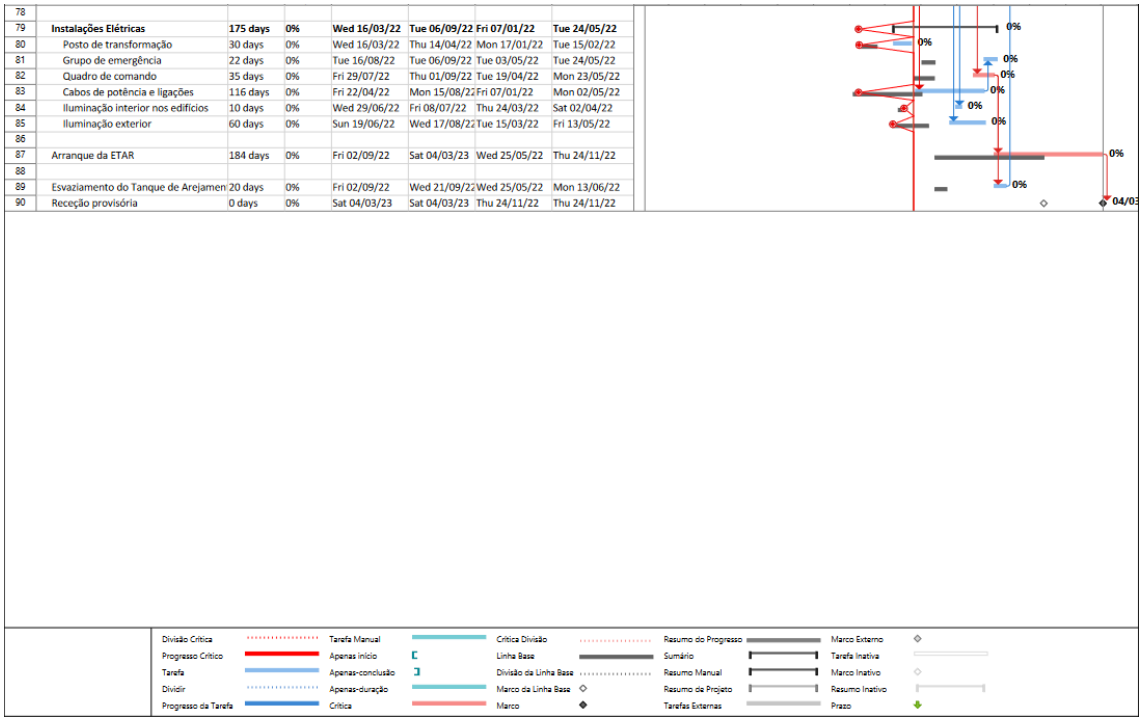


78							
79	**Instalações Elétricas**	**168 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Tue 30/08/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Tue 09/08/22	Tue 30/08/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 22/07/22	Thu 25/08/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Fri 15/04/22	Mon 08/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 22/06/22	Fri 01/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Sun 12/06/22	Wed 10/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 26/08/22	Sat 25/02/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamen	20 days	0%	Fri 26/08/22	Wed 14/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 25/02/23	Sat 25/02/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.C. BALIZAMENTO DA SEMANA 3 (18 DE ABRIL)

Balizamento 18-04

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**774 days**	**38%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 04/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**417 days**	**80%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 27/09/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	80%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 22/09/22	Mon 26/09/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 15/09/22	Thu 22/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	20 days	0%	Sun 16/01/22	Fri 04/02/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Sun 19/06/22	Wed 17/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Thu 18/08/22	Sat 27/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**236 days**	**38%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 29/06/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	63 days	95%	Wed 16/02/22	Thu 21/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	0%	Fri 22/04/22	Wed 11/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	15 days	0%	Fri 22/04/22	Fri 06/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	10 days	0%	Sat 07/05/22	Mon 16/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	20 days	0%	Fri 22/04/22	Wed 11/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 17/05/22	Sun 05/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 06/06/22	Fri 10/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 11/06/22	Tue 28/06/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	0%	Thu 12/05/22	Fri 13/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Tue 17/05/22**	**Fri 10/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Tue 17/05/22	Sun 05/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Mon 06/06/22	Fri 10/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**227 days**	**68%**	**Tue 12/10/21**	**Thu 26/05/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	13 days	8%	Mon 18/04/22	Sat 30/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	5 days	0%	Sun 01/05/22	Thu 05/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Fri 06/05/22	Wed 25/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Fri 22/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Fri 22/04/22	Mon 20/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Fri 22/04/22	Mon 20/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Fri 22/04/22	Mon 20/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Fri 22/04/22	Wed 11/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Fri 22/04/22	Fri 06/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**288 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 24/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lam	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**123 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 15/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 17/05/22	Mon 13/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 14/06/22	Thu 28/07/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Mon 06/06/22	Mon 20/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Thu 26/05/22	Fri 24/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Fri 29/07/22	Mon 15/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22

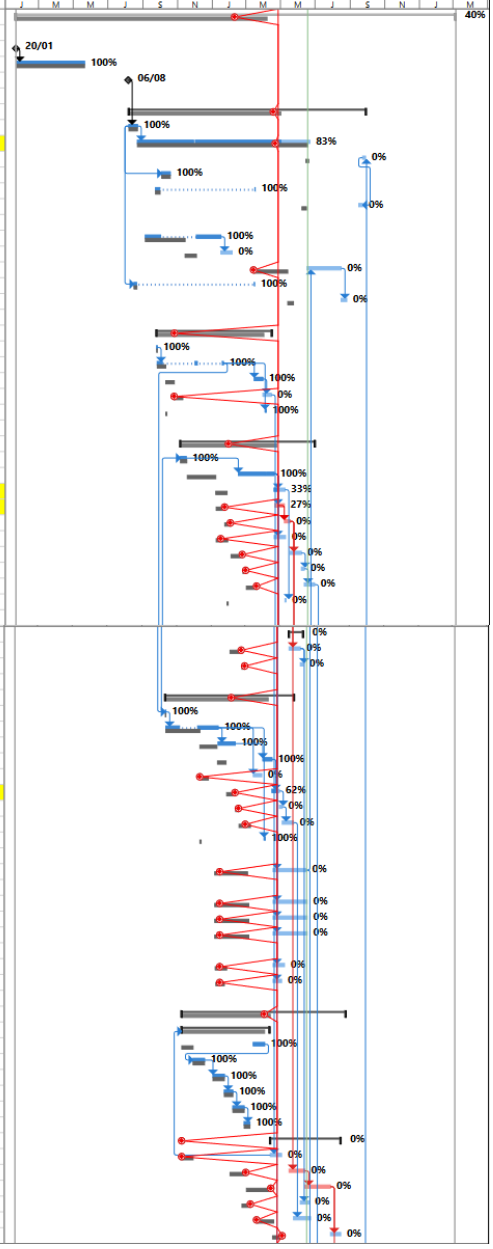


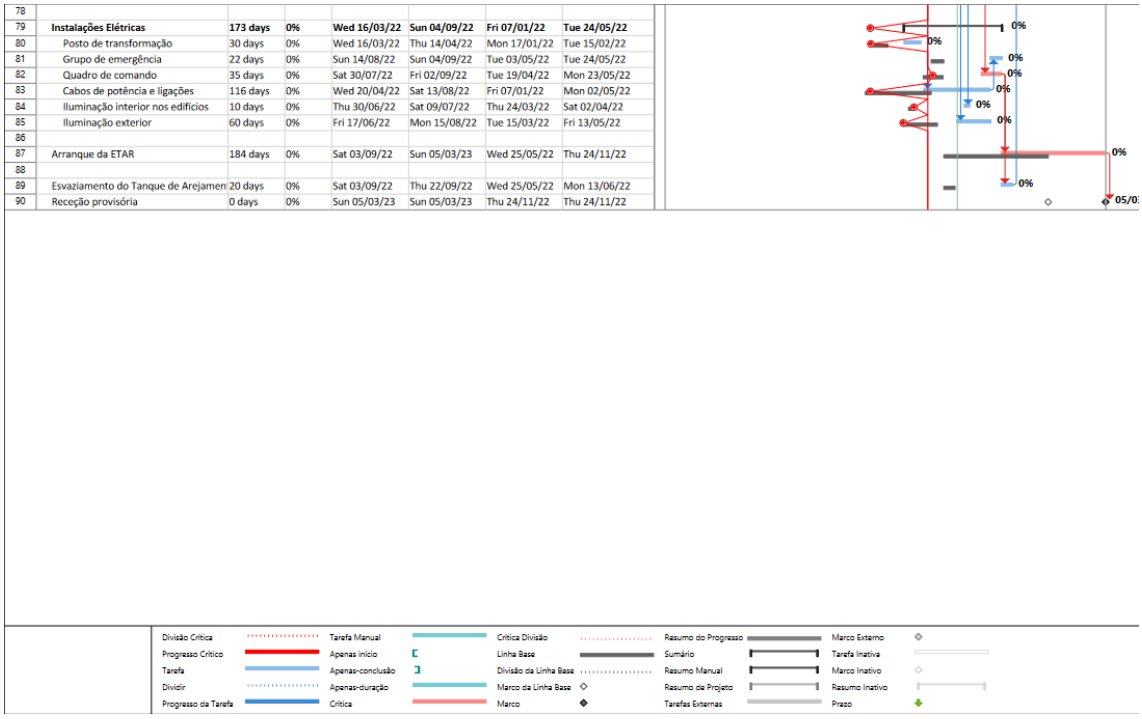
78							
79	**Instalações Elétricas**	**175 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Tue 06/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Tue 16/08/22	Tue 06/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 29/07/22	Thu 01/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Fri 22/04/22	Mon 15/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 29/06/22	Fri 08/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Sun 19/06/22	Wed 17/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 02/09/22	Sat 04/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamen	20 days	0%	Fri 02/09/22	Wed 21/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 04/03/23	Sat 04/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.D. BALIZAMENTO DA SEMANA 4 (26 DE ABRIL)

Balizamento 26-04

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**775 days**	**40%**	**Wed 20/01/21**	**Sun 05/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**418 days**	**83%**	**Sat 07/08/21**	**Wed 28/09/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	83%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Fri 23/09/22	Tue 27/09/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Fri 16/09/22	Fri 23/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	20 days	0%	Sun 16/01/22	Fri 04/02/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Tue 16/08/22	Thu 25/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**237 days**	**45%**	**Sat 06/11/21**	**Thu 30/06/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	61 days	100%	Wed 16/02/22	Tue 19/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	19 days	33%	Wed 20/04/22	Sun 08/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	16 days	27%	Fri 22/04/22	Sat 07/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	10 days	0%	Sun 08/05/22	Tue 17/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Wed 18/05/22	Mon 06/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Tue 07/06/22	Sat 11/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sun 12/06/22	Wed 29/06/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	0%	Mon 09/05/22	Tue 10/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Wed 18/05/22**	**Sat 11/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Wed 18/05/22	Mon 06/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Tue 07/06/22	Sat 11/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**227 days**	**72%**	**Tue 12/10/21**	**Thu 26/05/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	13 days	62%	Mon 18/04/22	Sat 30/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	5 days	0%	Sun 01/05/22	Thu 05/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Fri 06/05/22	Wed 25/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Wed 20/04/22	Thu 16/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Wed 20/04/22	Wed 04/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**289 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Thu 25/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lam	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**124 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Tue 16/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Wed 18/05/22	Tue 14/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Wed 15/06/22	Fri 29/07/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Tue 07/06/22	Tue 21/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Thu 26/05/22	Fri 24/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Sat 30/07/22	Tue 16/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



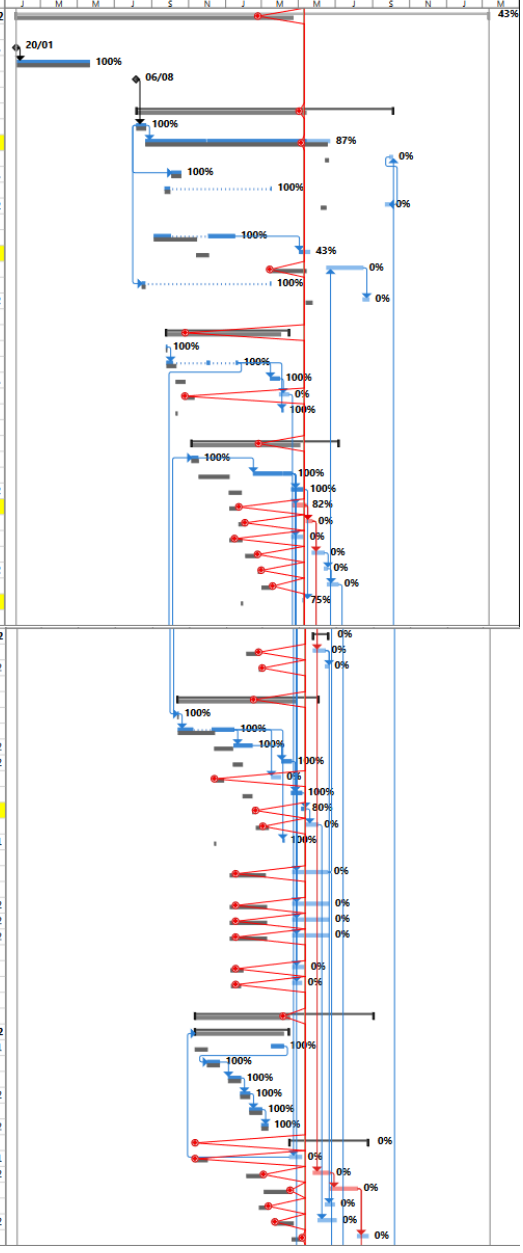


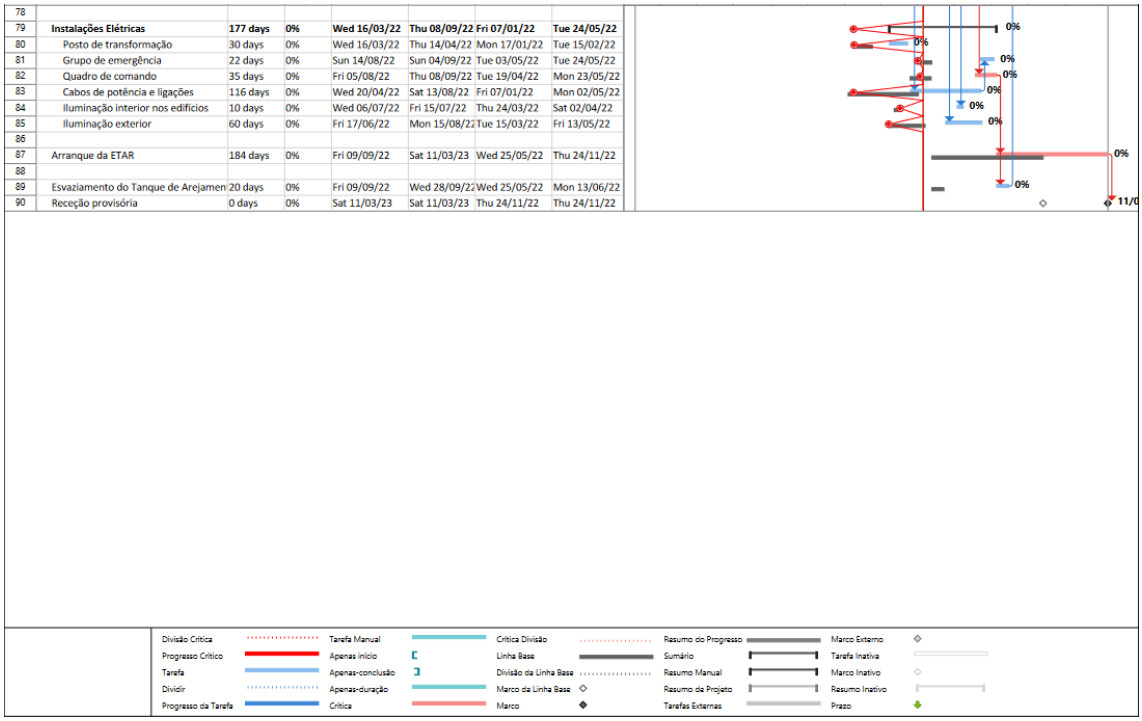
78							
79	**Instalações Elétricas**	**173 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Sun 04/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Sun 14/08/22	Sun 04/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Sat 30/07/22	Fri 02/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 13/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Thu 30/06/22	Sat 09/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Sat 03/09/22	Sun 05/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamen	20 days	0%	Sat 03/09/22	Thu 22/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sun 05/03/23	Sun 05/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.E. BALIZAMENTO DA SEMANA 5 (10 DE MAIO)

Balizamento 10-05

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**781 days**	**43%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 11/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**424 days**	**86%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 04/10/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	87%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 29/09/22	Mon 03/10/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 22/09/22	Thu 29/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	17 days	43%	Tue 03/05/22	Thu 19/05/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Tue 16/08/22	Thu 25/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**243 days**	**59%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 06/07/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	61 days	100%	Wed 16/02/22	Tue 19/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	100%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	22 days	82%	Fri 22/04/22	Fri 13/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	10 days	0%	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 18/06/22	Tue 05/07/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	75%	Mon 09/05/22	Tue 10/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Tue 24/05/22**	**Fri 17/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**233 days**	**78%**	**Tue 12/10/21**	**Wed 01/06/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	17 days	100%	Mon 18/04/22	Wed 04/05/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	7 days	80%	Thu 05/05/22	Wed 11/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Thu 12/05/22	Tue 31/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Wed 20/04/22	Thu 16/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Wed 20/04/22	Wed 04/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**295 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 31/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lam	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**130 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 22/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 24/05/22	Mon 20/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 21/06/22	Thu 04/08/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Mon 13/06/22	Mon 27/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Wed 01/06/22	Thu 30/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Fri 05/08/22	Mon 22/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



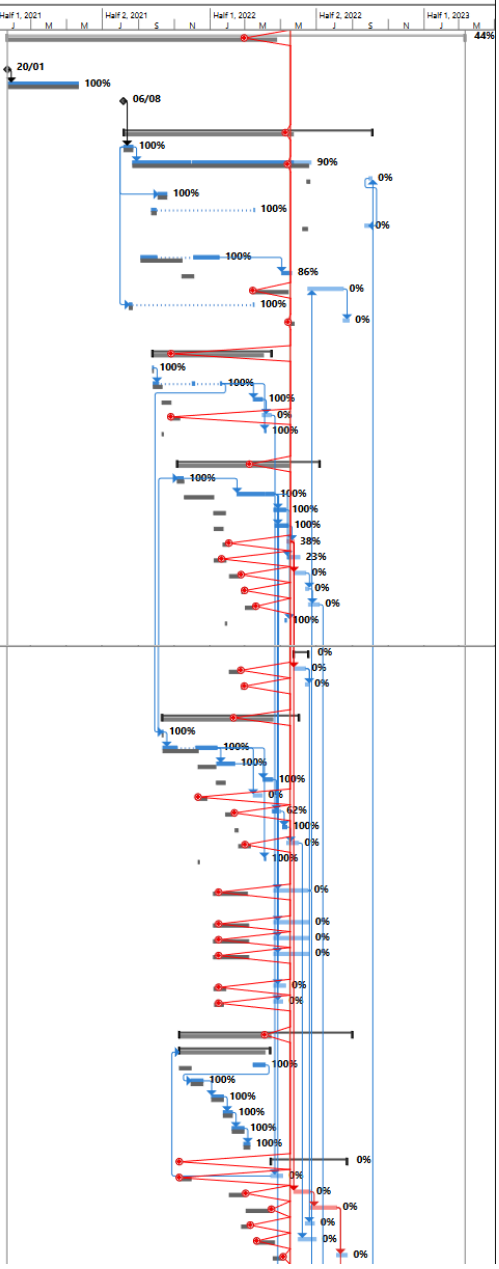


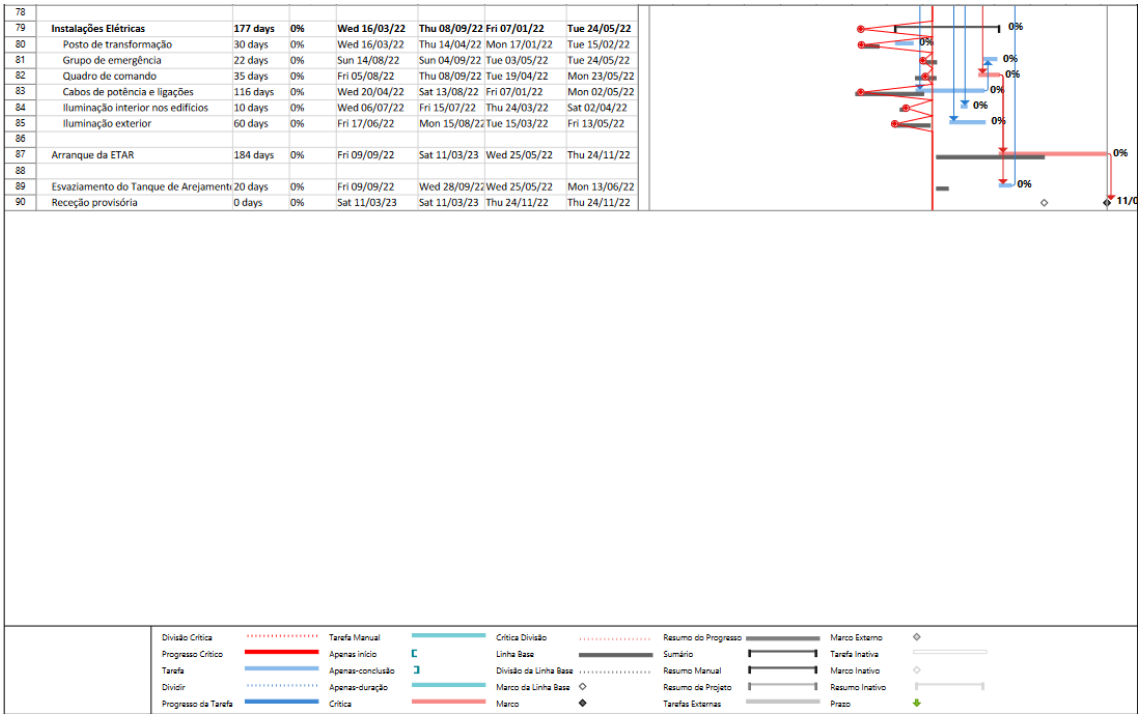
78							
79	**Instalações Elétricas**	**177 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Thu 08/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Sun 14/08/22	Sun 04/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 05/08/22	Thu 08/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 13/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 06/07/22	Fri 15/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 09/09/22	Sat 11/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamen	20 days	0%	Fri 09/09/22	Wed 28/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 11/03/23	Sat 11/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.F. BALIZAMENTO DA SEMANA 6 (17 DE MAIO)

Balizamento 17-05

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**781 days**	**44%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 11/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**424 days**	**89%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 04/10/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	90%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 29/09/22	Mon 03/10/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 22/09/22	Thu 29/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	17 days	86%	Tue 03/05/22	Thu 19/05/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Tue 16/08/22	Thu 25/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**243 days**	**65%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 06/07/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	61 days	100%	Wed 16/02/22	Tue 19/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	100%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	22 days	100%	Fri 22/04/22	Fri 13/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	11 days	38%	Fri 13/05/22	Mon 23/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	21 days	23%	Fri 13/05/22	Thu 02/06/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 18/06/22	Tue 05/07/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 09/05/22	Tue 10/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Tue 24/05/22**	**Fri 17/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**233 days**	**76%**	**Tue 12/10/21**	**Wed 01/06/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	13 days	62%	Mon 18/04/22	Sat 30/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	7 days	100%	Thu 05/05/22	Wed 11/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Thu 12/05/22	Tue 31/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Wed 20/04/22	Thu 16/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Wed 20/04/22	Wed 04/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**295 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 31/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lama	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**130 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 22/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 24/05/22	Mon 20/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 21/06/22	Thu 04/08/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Mon 13/06/22	Mon 27/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lama	30 days	0%	Wed 01/06/22	Thu 30/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Thu 05/08/22	Mon 22/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



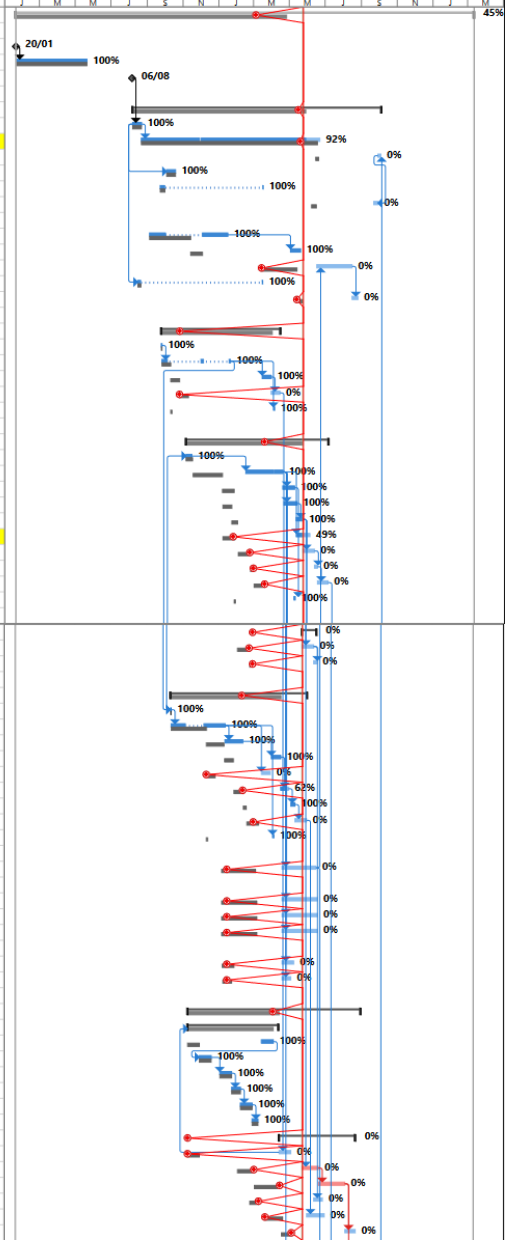


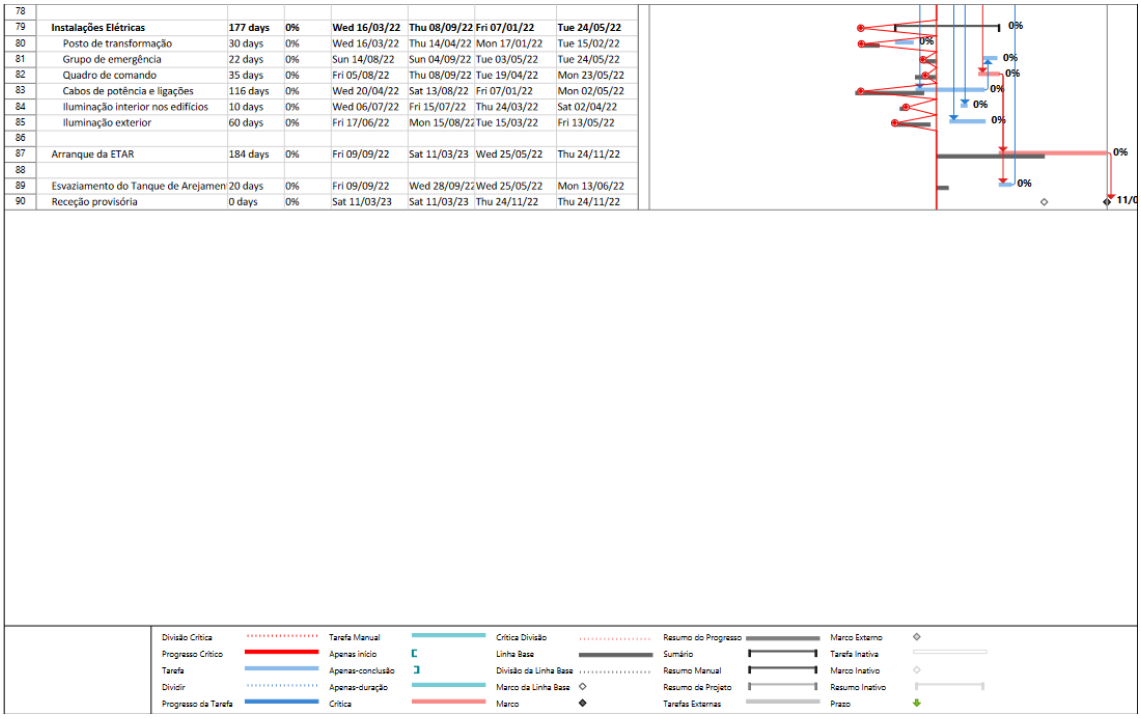
78							
79	**Instalações Elétricas**	**177 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Thu 08/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Sun 14/08/22	Sun 04/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 05/08/22	Thu 08/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 13/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 06/07/22	Fri 15/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 09/09/22	Sat 11/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamento	20 days	0%	Fri 09/09/22	Wed 28/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 11/03/23	Sat 11/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.G. BALIZAMENTO DA SEMANA 7 (24 DE MAIO)

Balizamento 24-05

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**781 days**	**45%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 11/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**424 days**	**91%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 04/10/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	92%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 29/09/22	Mon 03/10/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 22/09/22	Thu 29/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	17 days	100%	Tue 03/05/22	Thu 19/05/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Tue 16/08/22	Thu 25/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**243 days**	**71%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 06/07/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	61 days	100%	Wed 16/02/22	Tue 19/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	100%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	22 days	100%	Fri 22/04/22	Fri 13/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	11 days	100%	Fri 13/05/22	Mon 23/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	23 days	49%	Fri 13/05/22	Sat 04/06/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 18/06/22	Tue 05/07/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 09/05/22	Tue 10/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**0%**	**Tue 24/05/22**	**Fri 17/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**233 days**	**76%**	**Tue 12/10/21**	**Wed 01/06/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	13 days	62%	Mon 18/04/22	Sat 30/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	7 days	100%	Thu 05/05/22	Wed 11/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Thu 12/05/22	Tue 31/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Wed 20/04/22	Thu 16/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Wed 20/04/22	Wed 04/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**295 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 31/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lam	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**130 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 22/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 24/05/22	Mon 20/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 21/06/22	Thu 04/08/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Mon 13/06/22	Mon 27/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lam	30 days	0%	Wed 01/06/22	Thu 30/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Fri 05/08/22	Mon 22/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



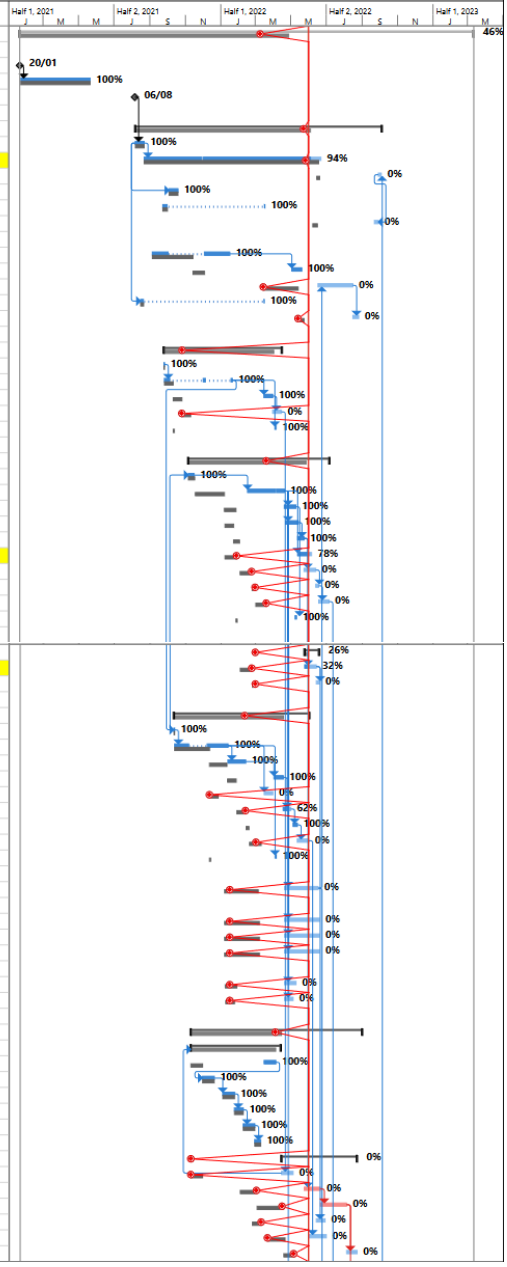


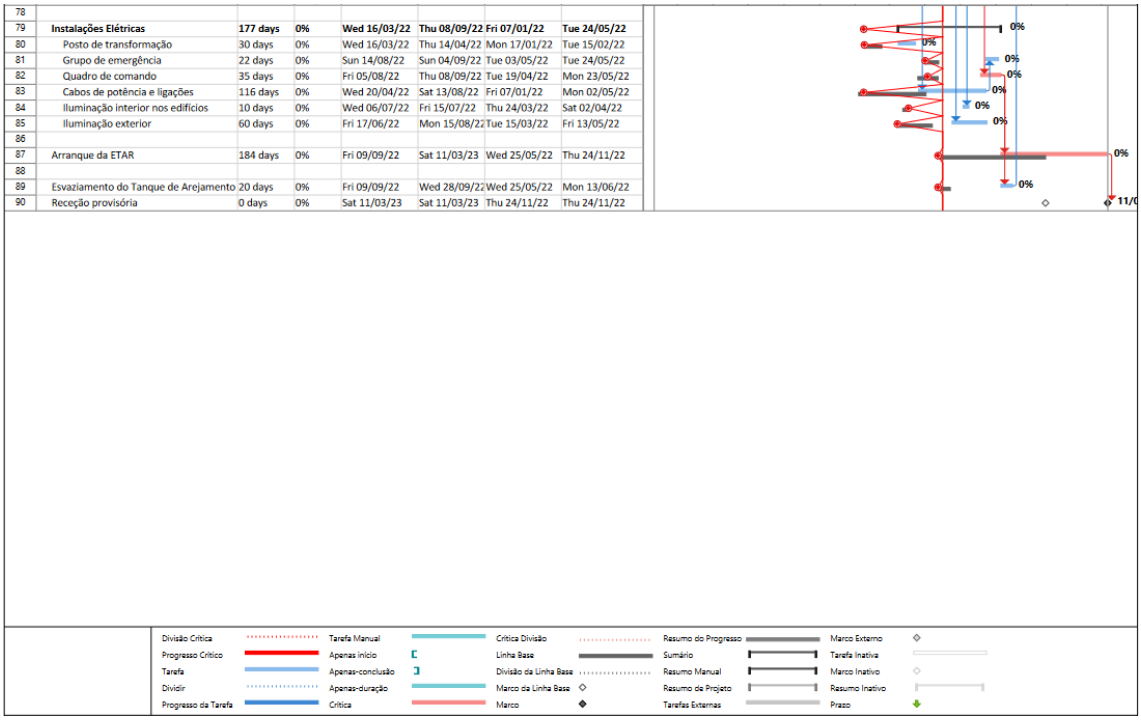
78							
79	**Instalações Elétricas**	**177 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Thu 08/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Sun 14/08/22	Sun 04/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 05/08/22	Thu 08/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 13/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 06/07/22	Fri 15/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 09/09/22	Sat 11/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamen	20 days	0%	Fri 09/09/22	Wed 28/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 11/03/23	Sat 11/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 2.H. BALIZAMENTO DA SEMANA 8 (31 DE MAIO)

Balizamento 31-05

ID	Task Name	Duration	% Complete	Start	Finish	Baseline Start	Baseline Finish
0	**BENEFICIAÇÃO DA ETAR**	**781 days**	**46%**	**Wed 20/01/21**	**Sat 11/03/23**	**Wed 20/01/21**	**Thu 24/11/22**
1							
2	Consignação	0 days	100%	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21	Wed 20/01/21
3	Projeto	120 days	100%	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21	Thu 21/01/21	Thu 20/05/21
4	Aprovação do projeto	0 days	100%	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21	Fri 06/08/21
5							
6	**Estaleiro**	**424 days**	**93%**	**Sat 07/08/21**	**Tue 04/10/22**	**Sat 07/08/21**	**Sun 19/06/22**
7	Montagem de estaleiro	15 days	100%	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21	Sat 07/08/21	Sat 21/08/21
8	Manutenção do estaleiro	300 days	94%	Sun 22/08/21	Tue 21/06/22	Sun 22/08/21	Fri 17/06/22
9	Desmontagem do estaleiro	5 days	0%	Thu 29/09/22	Mon 03/10/22	Wed 15/06/22	Sun 19/06/22
10	Demolições	15 days	100%	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21	Mon 04/10/21	Mon 18/10/21
11	Movimento de terras - escavação	8 days	100%	Thu 23/09/21	Thu 17/03/22	Thu 23/09/21	Thu 30/09/21
12	Movimento de terras - aterro	7 days	0%	Thu 22/09/22	Thu 29/09/22	Wed 08/06/22	Wed 15/06/22
13							
14	Escavação da lagoa	70 days	100%	Sun 05/09/21	Sat 15/01/22	Sun 05/09/21	Sat 13/11/21
15	Aterro da lagoa	17 days	100%	Tue 03/05/22	Thu 19/05/22	Sun 14/11/21	Fri 03/12/21
16	Arranjos exteriores	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
17	Caminho de acesso - Reperfilamento	5 days	100%	Mon 16/08/21	Wed 16/03/22	Mon 16/08/21	Fri 20/08/21
18	Caminho de acesso - Pavimentação	10 days	0%	Tue 16/08/22	Thu 25/08/22	Sat 14/05/22	Mon 23/05/22
19							
20	**Obra de entrada**	**203 days**	**69%**	**Sat 25/09/21**	**Fri 15/04/22**	**Sat 25/09/21**	**Tue 09/11/21**
21	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21	Sat 25/09/21
22	Betão armado	15 days	100%	Sun 26/09/21	Thu 20/01/22	Sun 26/09/21	Sun 10/10/21
23	Revestimentos	15 days	100%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Mon 11/10/21	Mon 25/10/21
24	Diversos	15 days	0%	Thu 31/03/22	Thu 14/04/22	Tue 26/10/21	Tue 09/11/21
25	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Mon 11/10/21	Tue 12/10/21
26							
27	**Reatores Biológicos (MBR)**	**243 days**	**75%**	**Sat 06/11/21**	**Wed 06/07/22**	**Sat 06/11/21**	**Sat 19/03/22**
28	Movimento de terras - escavação	10 days	100%	Sat 06/11/21	Mon 15/11/21	Sat 06/11/21	Tue 16/11/21
29	Betão armado	61 days	100%	Wed 16/02/22	Tue 19/04/22	Thu 18/11/21	Thu 06/01/22
30	Revestimento do Tanque	20 days	100%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Fri 07/01/22	Wed 26/01/22
31	Alvenarias	22 days	100%	Fri 22/04/22	Fri 13/05/22	Sat 08/01/22	Sat 22/01/22
32	Revestimento do Edifício	11 days	100%	Fri 13/05/22	Mon 23/05/22	Sun 23/01/22	Tue 01/02/22
33	Coberturas	24 days	78%	Fri 13/05/22	Sun 05/06/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
34	Pavimentos	20 days	0%	Tue 24/05/22	Sun 12/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
35	Vãos	5 days	0%	Mon 13/06/22	Fri 17/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
36	Diversos	18 days	0%	Sat 18/06/22	Tue 05/07/22	Wed 02/03/22	Sat 19/03/22
37	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 09/05/22	Tue 10/05/22	Thu 27/01/22	Fri 28/01/22
38							
39	**Edifício de apoio**	**25 days**	**26%**	**Wed 25/05/22**	**Sat 18/06/22**	**Thu 03/02/22**	**Mon 28/02/22**
40	Limpeza e reparações	20 days	32%	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22	Thu 03/02/22	Tue 22/02/22
41	Mobiliário	5 days	0%	Tue 14/06/22	Sat 18/06/22	Thu 24/02/22	Mon 28/02/22
42							
43	**Edifício de Tratamento de Lamas**	**233 days**	**76%**	**Tue 12/10/21**	**Wed 01/06/22**	**Tue 12/10/21**	**Thu 10/03/22**
44	Movimento de terras - escavação	1 day	100%	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21	Tue 12/10/21
45	Betão armado	60 days	100%	Wed 13/10/21	Wed 12/01/22	Wed 13/10/21	Sat 11/12/21
46	Alvenarias	30 days	100%	Thu 13/01/22	Fri 11/02/22	Sun 12/12/21	Mon 10/01/22
47	Revestimentos	16 days	100%	Sat 02/04/22	Sun 17/04/22	Wed 12/01/22	Wed 26/01/22
48	Coberturas	15 days	0%	Wed 16/03/22	Wed 30/03/22	Sun 12/12/21	Sun 26/12/21
49	Pavimentos	13 days	62%	Mon 18/04/22	Sat 30/04/22	Fri 28/01/22	Fri 11/02/22
50	Vãos	7 days	100%	Thu 05/05/22	Wed 11/05/22	Sun 13/02/22	Thu 17/02/22
51	Diversos	20 days	0%	Thu 12/05/22	Tue 31/05/22	Sat 19/02/22	Thu 10/03/22
52	Movimento de terras - aterro	2 days	100%	Mon 04/04/22	Tue 05/04/22	Sun 12/12/21	Mon 13/12/21
53							
54	Circuitos hidráulicos	58 days	0%	Wed 20/04/22	Thu 16/06/22	Fri 07/01/22	Sat 05/03/22
55							
56	Rede de Drenagem Águas Residuais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
57	Rede de Drenagem Águas Pluviais	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
58	Rede de Abastecimento de Água	60 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 18/06/22	Fri 07/01/22	Mon 07/03/22
59							
60	Elevatória de Escorrências	20 days	0%	Wed 20/04/22	Mon 09/05/22	Sat 08/01/22	Thu 27/01/22
61	Câmara de amostragem	15 days	0%	Wed 20/04/22	Wed 04/05/22	Sun 09/01/22	Sun 23/01/22
62							
63	**Equipamento**	**295 days**	**40%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 31/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
64	**Aprovisionamento de equipamento**	**155 days**	**100%**	**Wed 10/11/21**	**Wed 13/04/22**	**Wed 10/11/21**	**Wed 09/03/22**
65	Da Obra de Entrada	20 days	100%	Wed 16/03/22	Mon 04/04/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
66	Do Tanque de regularização	20 days	100%	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21	Tue 30/11/21	Sun 19/12/21
67	Dos Reatores Biológicos	20 days	100%	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22	Tue 04/01/22	Sun 23/01/22
68	Do Edifício de Apoio	15 days	100%	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22	Mon 24/01/22	Mon 07/02/22
69	Do Edifício de Tratamento de Lamas	20 days	100%	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22	Tue 08/02/22	Sun 27/02/22
70	De Diversos	10 days	100%	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22	Mon 28/02/22	Wed 09/03/22
71	**Montagem do equipamento**	**130 days**	**0%**	**Fri 15/04/22**	**Mon 22/08/22**	**Wed 10/11/21**	**Fri 06/05/22**
72	Na Obra de Entrada	20 days	0%	Fri 15/04/22	Wed 04/05/22	Wed 10/11/21	Mon 29/11/21
73	No Tanque de regularização	28 days	0%	Tue 24/05/22	Mon 20/06/22	Thu 03/02/22	Wed 02/03/22
74	Nos Reatores Biológicos	45 days	0%	Tue 21/06/22	Thu 04/08/22	Fri 04/03/22	Sun 17/04/22
75	No Edifício de Apoio	15 days	0%	Tue 14/06/22	Tue 28/06/22	Thu 24/02/22	Thu 10/03/22
76	No Edifício de Tratamento de Lamas	30 days	0%	Wed 01/06/22	Thu 30/06/22	Tue 22/03/22	Wed 20/04/22
77	Em Diversos	18 days	0%	Fri 05/08/22	Mon 22/08/22	Tue 19/04/22	Fri 06/05/22



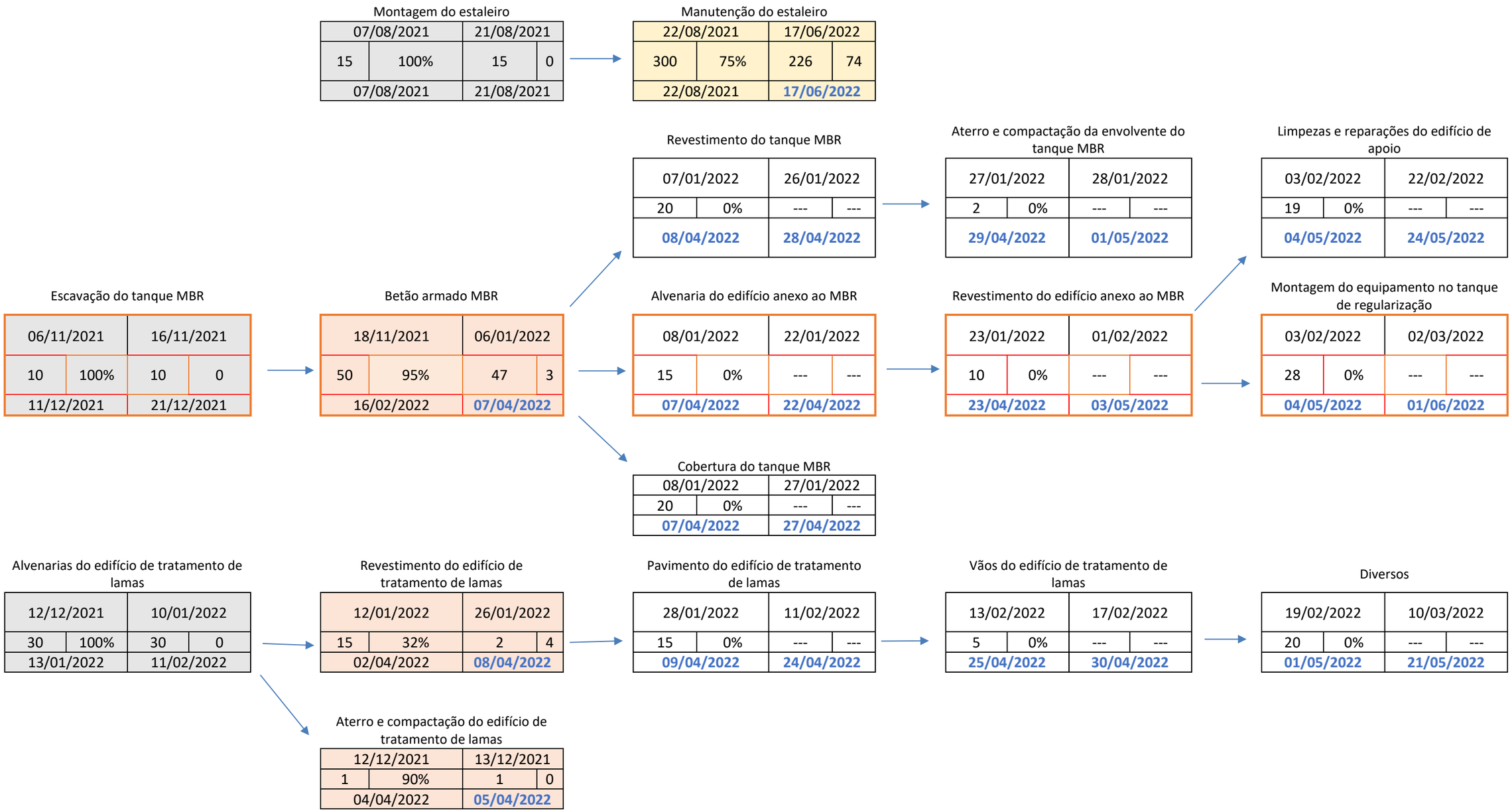


78							
79	**Instalações Elétricas**	**177 days**	**0%**	**Wed 16/03/22**	**Thu 08/09/22**	**Fri 07/01/22**	**Tue 24/05/22**
80	Posto de transformação	30 days	0%	Wed 16/03/22	Thu 14/04/22	Mon 17/01/22	Tue 15/02/22
81	Grupo de emergência	22 days	0%	Sun 14/08/22	Sun 04/09/22	Tue 03/05/22	Tue 24/05/22
82	Quadro de comando	35 days	0%	Fri 05/08/22	Thu 08/09/22	Tue 19/04/22	Mon 23/05/22
83	Cabos de potência e ligações	116 days	0%	Wed 20/04/22	Sat 13/08/22	Fri 07/01/22	Mon 02/05/22
84	Iluminação interior nos edifícios	10 days	0%	Wed 06/07/22	Fri 15/07/22	Thu 24/03/22	Sat 02/04/22
85	Iluminação exterior	60 days	0%	Fri 17/06/22	Mon 15/08/22	Tue 15/03/22	Fri 13/05/22
86							
87	Arranque da ETAR	184 days	0%	Fri 09/09/22	Sat 11/03/23	Wed 25/05/22	Thu 24/11/22
88							
89	Esvaziamento do Tanque de Arejamento	20 days	0%	Fri 09/09/22	Wed 28/09/22	Wed 25/05/22	Mon 13/06/22
90	Receção provisória	0 days	0%	Sat 11/03/23	Sat 11/03/23	Thu 24/11/22	Thu 24/11/22

ANEXO 3.

BALIZAMENTO DAS TAREFAS ACOMPANHADAS ATRAVÉS DO MÉTODO DESENVOLVIDO

ANEXO 3.A. BALIZAMENTO DA SEMANA 1 (4 DE ABRIL)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	

Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	70%	1	0
04/04/2022		**05/04/2022**	

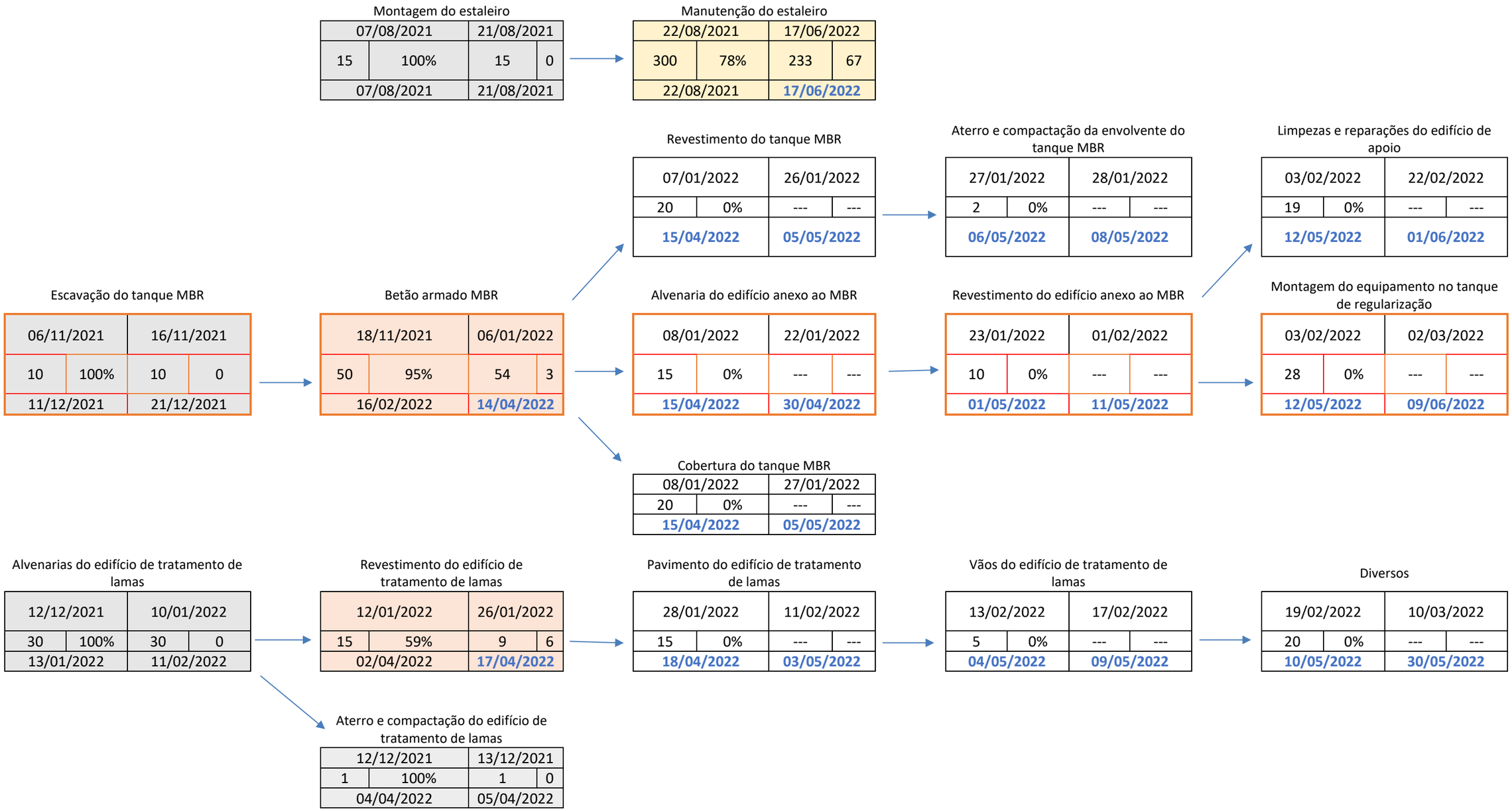
Escavação da lagoa

05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	0%	---	---
05/04/2022		**25/04/2022**	

ANEXO 3.B. BALIZAMENTO DA SEMANA 2 (11 DE ABRIL)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	

Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

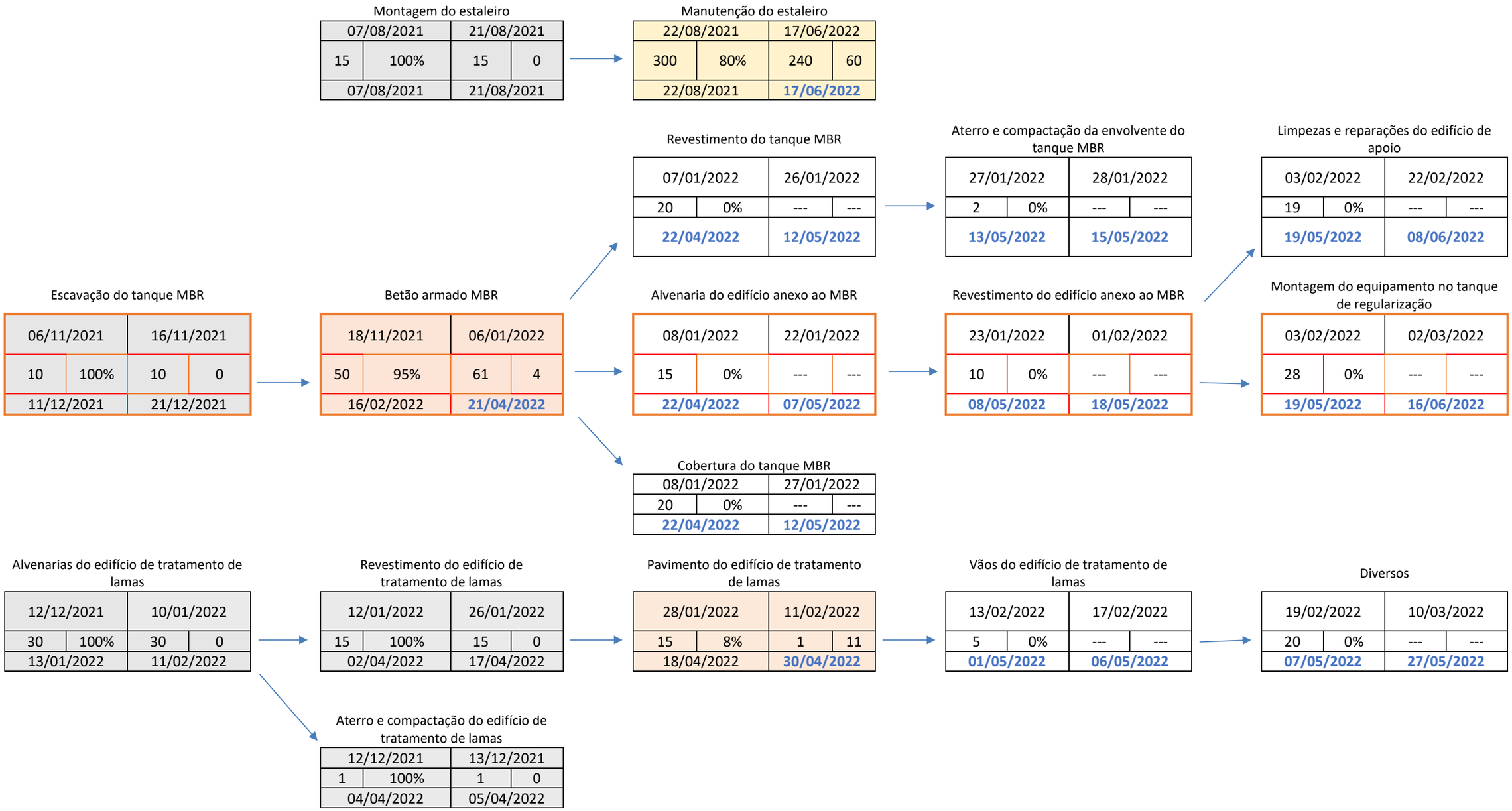
Escavação da lagoa

05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	0%	---	---
12/04/2022		**02/05/2022**	

ANEXO 3.C. BALIZAMENTO DA SEMANA 3 (18 DE ABRIL)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	

Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

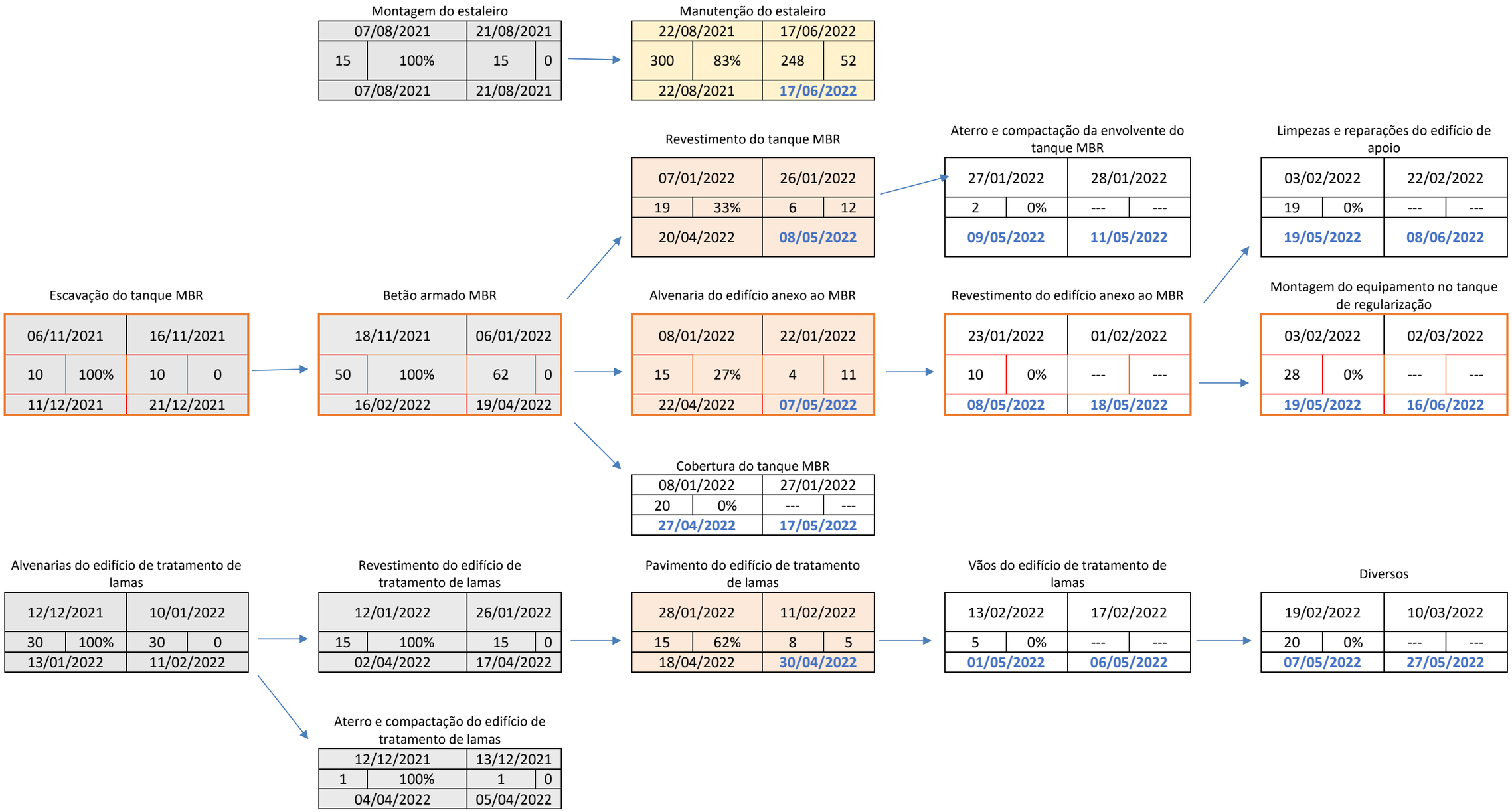
Escavação da lagoa

05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	0%	---	---
19/04/2022		**09/05/2022**	

ANEXO 3.D. BALIZAMENTO DA SEMANA 4 (26 DE ABRIL)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	

Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

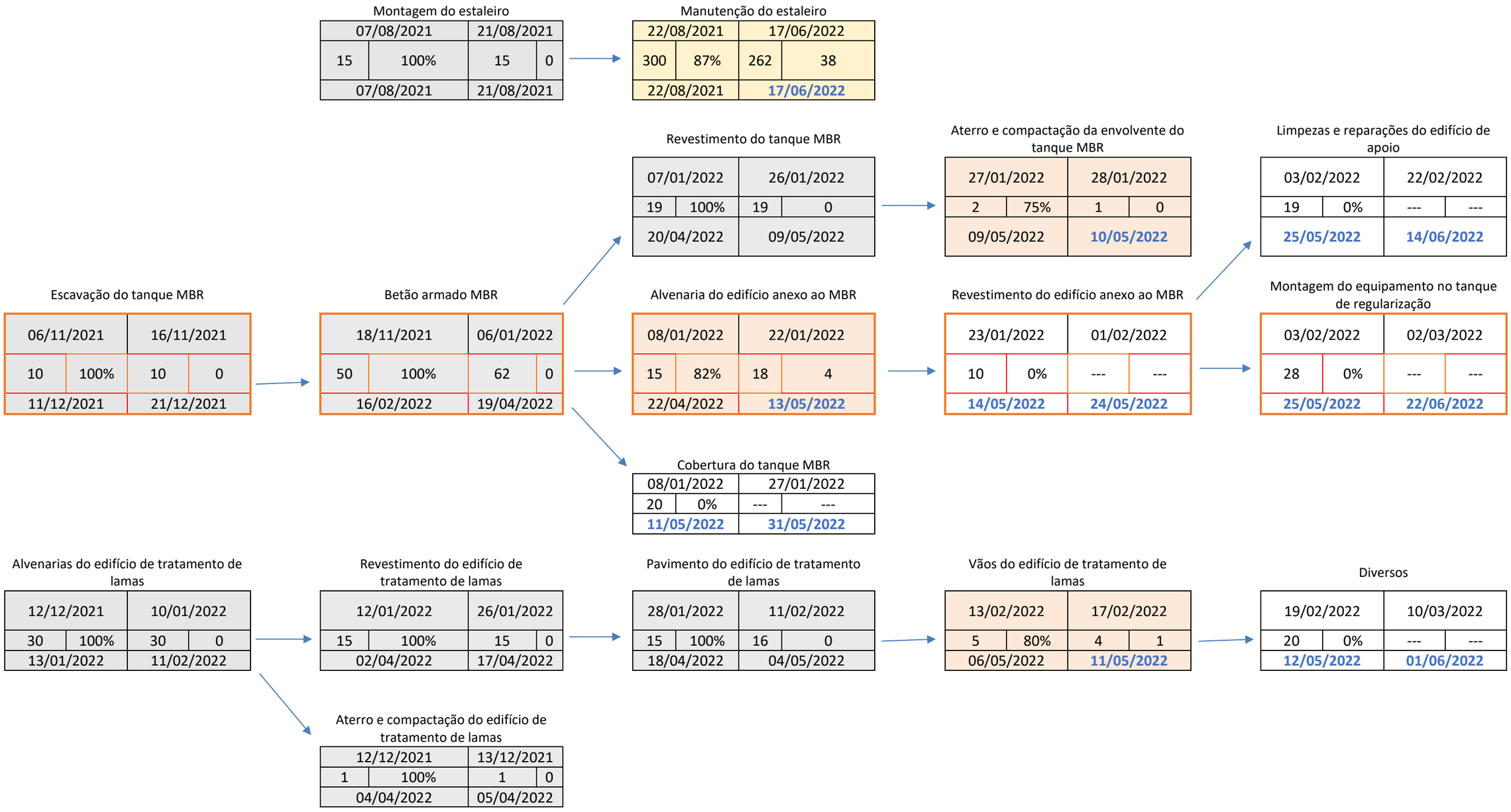
Escavação da lagoa

05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	0%	---	---
27/04/2022		**17/05/2022**	

ANEXO 3.E. BALIZAMENTO DA SEMANA 5 (10 DE MAIO)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	



Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

Escavação da lagoa

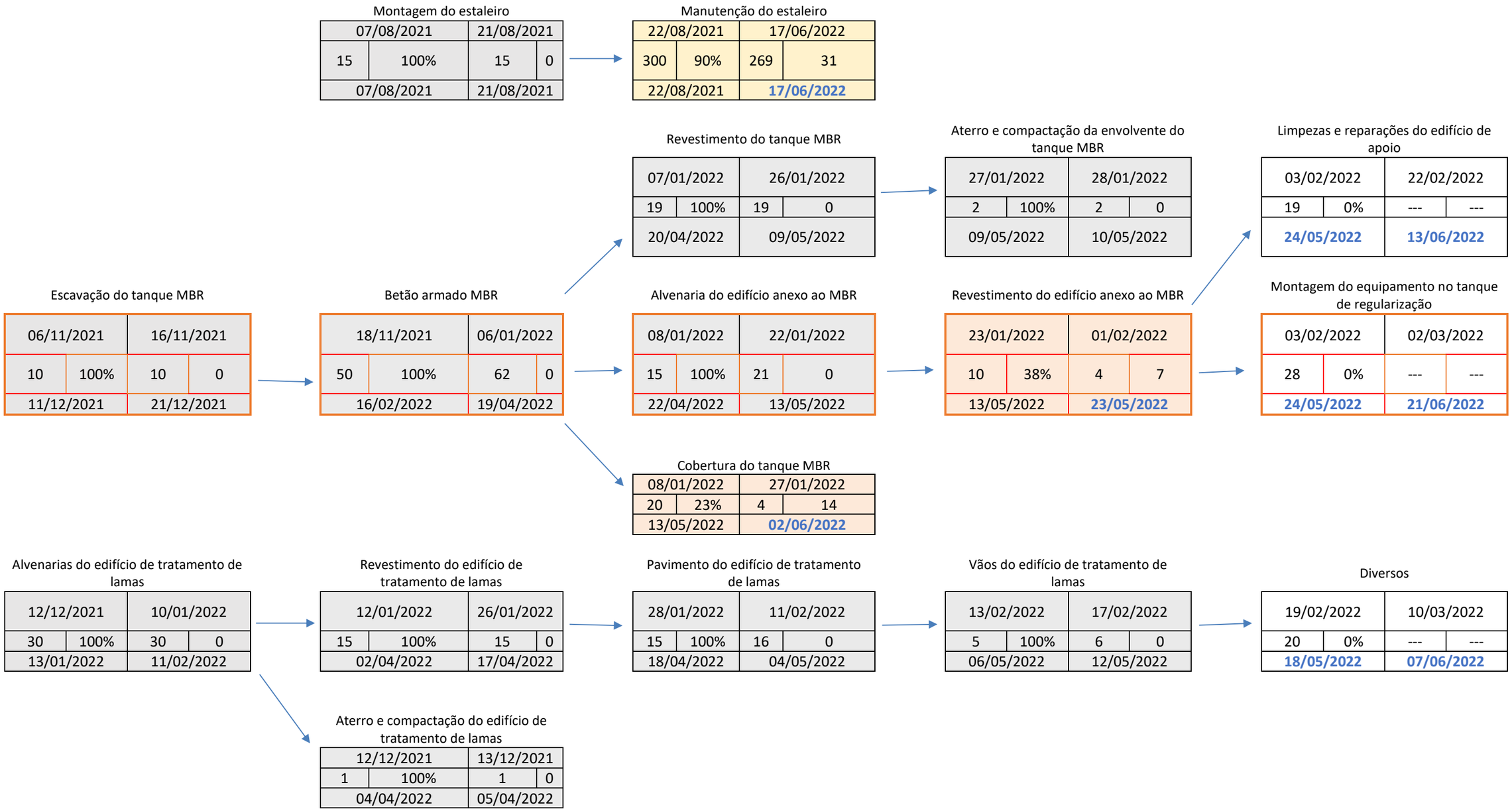
05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

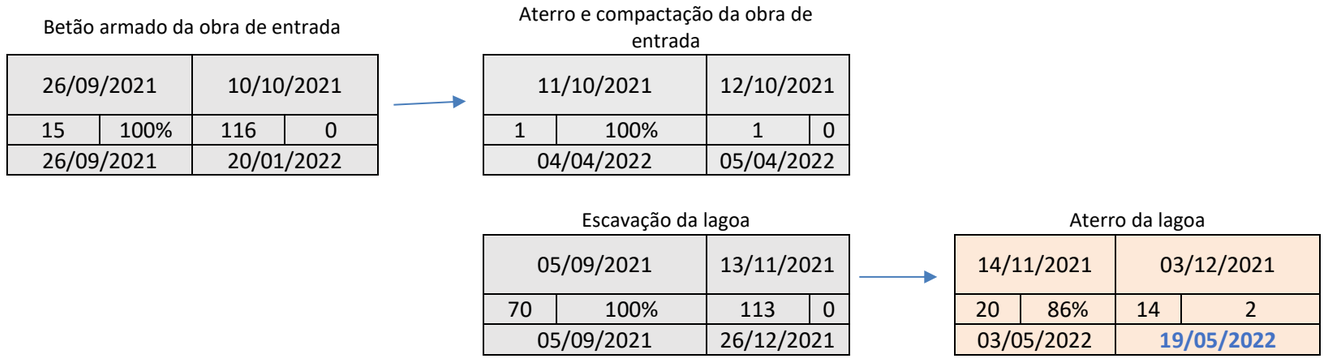


Aterro da lagoa

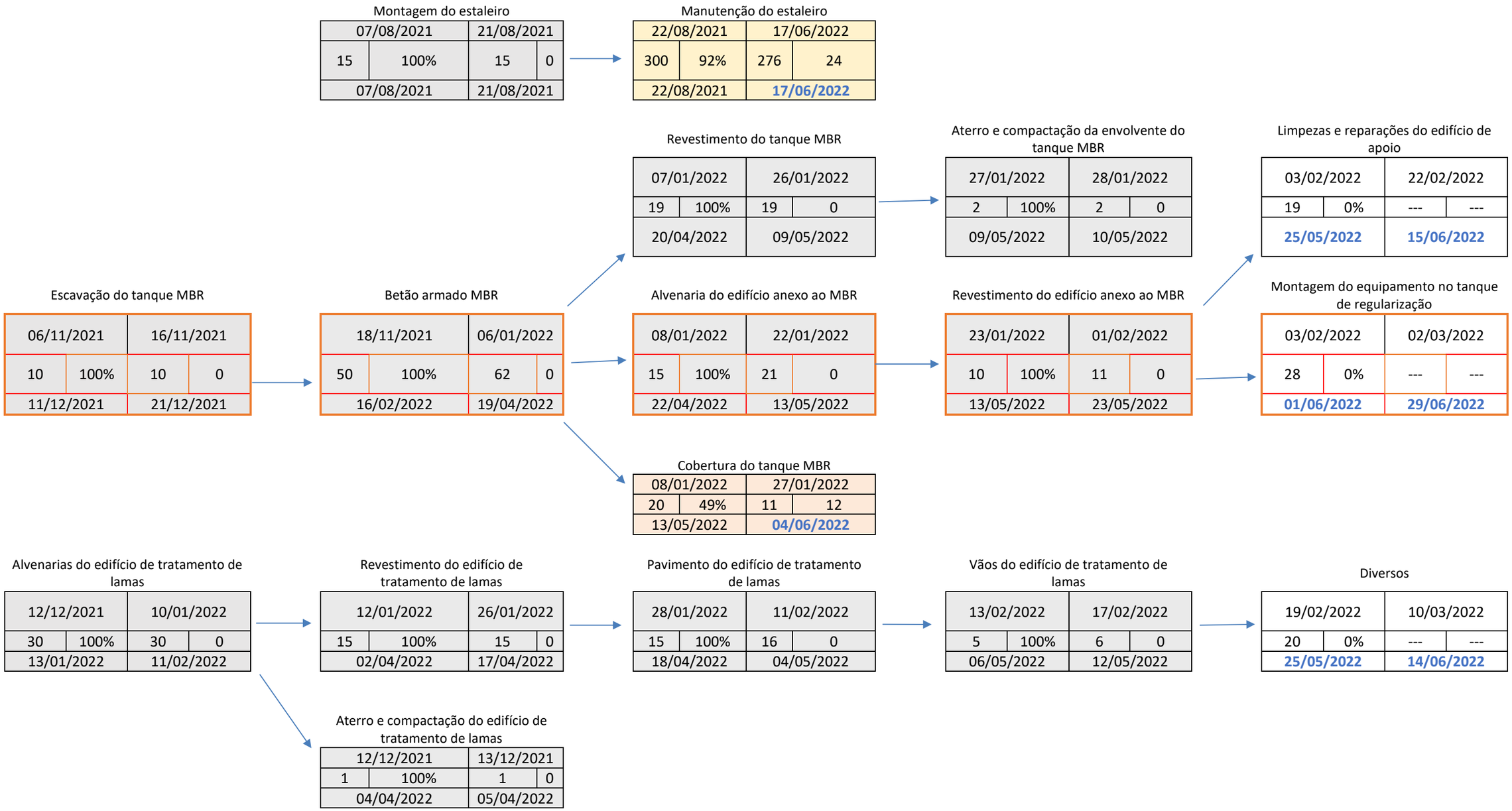
14/11/2021		03/12/2021	
20	43%	7	9
03/05/2022		**19/05/2022**	

ANEXO 3.F. BALIZAMENTO DA SEMANA 6 (17 DE MAIO)




Betão armado da obra de entrada
26/09/2021
10/10/2021
15
100%
116
0
26/09/2021
20/01/2022
Aterro e compactação da obra de entrada
11/10/2021
12/10/2021
1
100%
1
0
04/04/2022
05/04/2022
Escavação da lagoa
05/09/2021
13/11/2021
70
100%
113
0
05/09/2021
26/12/2021
Aterro da lagoa
14/11/2021
03/12/2021
20
86%
14
2
03/05/2022
19/05/2022

ANEXO 3.G. BALIZAMENTO DA SEMANA 7 (24 DE MAIO)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	



Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

Escavação da lagoa

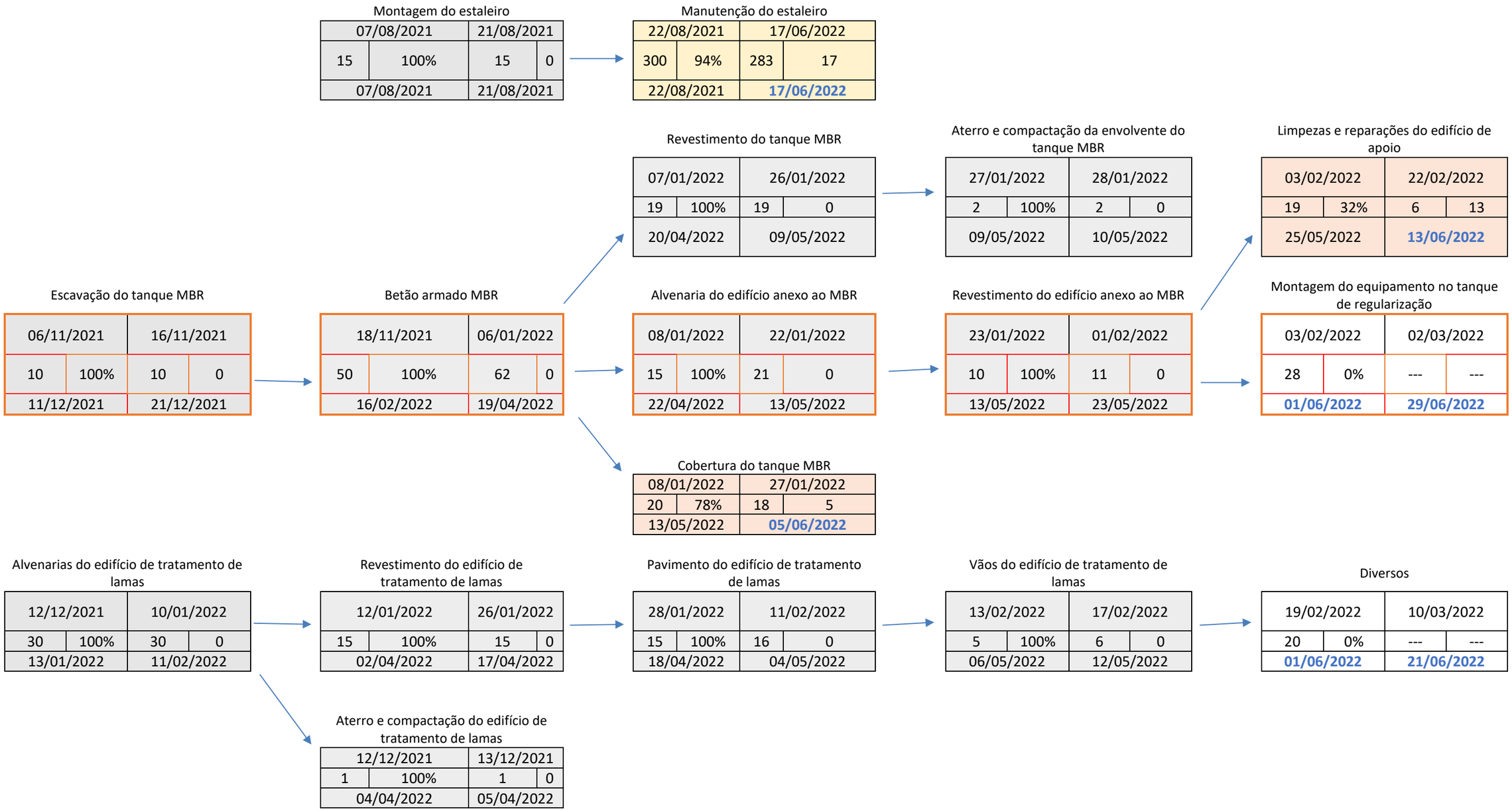
05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	



Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	100%	16	0
03/05/2022		19/05/2022	

ANEXO 3.H. BALIZAMENTO DA SEMANA 8 (31 DE MAIO)



Betão armado da obra de entrada

26/09/2021		10/10/2021	
15	100%	116	0
26/09/2021		20/01/2022	

Aterro e compactação da obra de entrada

11/10/2021		12/10/2021	
1	100%	1	0
04/04/2022		05/04/2022	

Escavação da lagoa

05/09/2021		13/11/2021	
70	100%	113	0
05/09/2021		26/12/2021	

Aterro da lagoa

14/11/2021		03/12/2021	
20	100%	16	0
03/05/2022		19/05/2022	

ANEXO 4.

CONTROLO DA PRODUTIVIDADE E DA MÃO DE OBRA FEITO EM EXCEL

ANEXO 4.A. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 1 (4 DE ABRIL)

				Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 4-4-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	300	dias	226	75,3%	75,3%	74,0	24,7%	**100,0%**	**Dentro do prazo**
Aterro e compactação da envolvente da obra de entrada	1	100	m^3	1	100,0%	70,0%	0,4	42,9%	**142,9%**	**Atrasada**
Betão armado no tanque MBR	50	420	m^3	47	94,0%	94,5%	2,7	5,4%	**99,4%**	**Avançada**
Revestimentos de superfícies do edifício de tratamento de lamas	15	170	m^2	2	13,3%	31,8%	4,3	28,6%	**42,0%**	**Avançada**
Aterro e compactação da envolvente do edifício de tratamento de lamas	1	50	m^3	1	100,0%	90,0%	0,1	11,1%	**111,1%**	**Atrasada**

ANEXO 4.B. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 2 (11 DE ABRIL)

				Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 11-4-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	300	dias	233	77,7%	77,7%	67,0	22,3%	**100,0%**	**Dentro do prazo**
Betão armado no tanque MBR	50	420	m^3	54	108,0%	94,5%	3,1	6,3%	**114,3%**	**Atrasada**
Revestimentos de superfícies do edifício de tratamento de lamas	15	170	m^2	9	60,0%	58,8%	6,3	42,0%	**102,0%**	**Atrasada**

ANEXO 4.C. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 3 (18 DE ABRIL)

				Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 18-4-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	300	dias	240	80,0%	80,0%	60,0	20,0%	**100,0%**	**Dentro do prazo**
Betão armado no tanque MBR	50	420	m^3	61	122,0%	94,5%	3,5	7,1%	**129,1%**	**Atrasada**
Pavimento do Edifício de tratamento de lamas	15	61	m^2	1	6,7%	8,2%	11,2	74,7%	**81,3%**	**Avançada**

ANEXO 4.D. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 4 (26 DE ABRIL)

					Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 26-4-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Atraso relativo ao plano de trabalhos	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	0	300	dias	248	82,7%	82,7%	52,0	17,3%	**100,0%**	**Dentro do prazo**
Revestimentos de superfícies do tanque MBR	20	99	1300	m^2	6	30,0%	33,1%	12,1	60,7%	**90,7%**	**Avançada**
Alvenaria do edifício anexo ao MBR	15	96	85	m^2	4	26,7%	27,1%	10,8	71,9%	**98,6%**	**Avançada**
Pavimento do Edifício de tratamento de lamas	15	77	61	m^2	8	53,3%	62,3%	4,8	32,3%	**85,6%**	**Avançada**

					Horas de mão de obra já gastas			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 26-4-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Mão de obra prevista	Quantidade de trabalho	Un.	Horas	%	Produção efetuada	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	1	2400	h	1984	82,7%	82,7%	52,0	17,3%	**100,0%**	**Dentro do prazo**
Revestimentos de superfícies do tanque MBR	20	5	800	h	240	30,0%	33,1%	12,1	60,7%	**90,7%**	**Avançada**
Alvenaria do edifício anexo ao MBR	15	3	360	h	63	17,6%	27,1%	7,1	47,4%	**65,0%**	**Avançada**
Pavimento do Edifício de tratamento de lamas	15	3	360	h	192	53,3%	62,3%	4,8	32,3%	**85,6%**	**Avançada**

ANEXO 4.E. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 5 (10 DE MAIO)

					Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 10-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Atraso relativo ao plano de trabalhos	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	0	300	dias	262	87,3%	87,3%	38,0	12,7%	**100,0%**	Dentro do prazo
Aterro da lagoa	20	170	2103	m³	7	35,0%	42,8%	9,4	46,8%	**81,8%**	Avançada
Aterro e compactação da envolvente do tanque MBR	2	118	120	m³	1	50,0%	75,0%	0,3	16,7%	**66,7%**	Avançada
Alvenaria do edifício anexo ao MBR	15	96	85	m²	18	120,0%	82,4%	3,9	25,7%	**145,7%**	Atrasada
Vãos do edifício de tratamento de lamas	5	82	5	vg	4	80,0%	80,0%	1,0	20,0%	**100,0%**	Dentro do prazo

					Horas de mão de obra já gastas			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 10-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Mão de obra prevista	Quantidade de trabalho	Un.	Horas	%	Produção efetuada	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	1	2400	h	2096	87,3%	87,3%	38,0	12,7%	**100,0%**	Dentro do prazo
Aterro da lagoa	20	2	320	h	168	52,5%	42,8%	14,0	70,2%	**122,7%**	Atrasada
Aterro e compactação da envolvente do tanque MBR	2	2	32	h	16	50,0%	75,0%	0,3	16,7%	**66,7%**	Avançada
Alvenaria do edifício anexo ao MBR	15	3	360	h	285	79,2%	82,4%	2,5	17,0%	**96,2%**	Avançada
Vãos do edifício de tratamento de lamas	5	3	120	h	96	80,0%	80,0%	1,0	20,0%	**100,0%**	Dentro do prazo

ANEXO 4.F. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 6 (17 DE MAIO)

					Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 17-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Atraso relativo ao plano de trabalhos	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	0	300	dias	269	89,7%	89,7%	31,0	10,3%	**100,0%**	Dentro do prazo
Aterro da lagoa	20	170	2103	m³	14	70,0%	85,6%	2,4	11,8%	**81,8%**	Avançada
Revestimento do edifício anexo ao MBR	10	101	530	m²	4	40,0%	37,7%	6,6	66,0%	**106,0%**	Atrasada
Cobertura do tanque MBR	20	120	80	m²	4	20,0%	22,5%	13,8	68,9%	**88,9%**	Avançada

					Horas de mão de obra já gastas			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 17-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Mão de obra prevista	Quantidade de trabalho	Un.	Horas	%	Produção efetuada	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	1	2400	h	2152	89,7%	89,7%	31,0	10,3%	**100,0%**	Dentro do prazo
Aterro da lagoa	20	2	320	h	336	105,0%	85,6%	3,5	17,7%	**122,7%**	Atrasada
Revestimento do edifício anexo ao MBR	10	5	400	h	160	40,0%	37,7%	6,6	66,0%	**106,0%**	Atrasada
Cobertura do tanque MBR	20	3	480	h	96	20,0%	22,5%	13,8	68,9%	**88,9%**	Avançada

ANEXO 4.G. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 7 (24 DE MAIO)

					Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 24-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Atraso relativo ao plano de trabalhos	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	0	300	dias	276	92,0%	92,0%	24,0	8,0%	**100,0%**	Dentro do prazo
Cobertura do tanque MBR	20	120	80	m²	11	55,0%	48,8%	11,6	57,8%	**112,8%**	Atrasada

					Horas de mão de obra já gastas			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 24-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Mão de obra prevista	Quantidade de trabalho	Un.	Horas	%	Produção efetuada	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	1	2400	h	2208	92,0%	92,0%	24,0	8,0%	**100,0%**	Dentro do prazo
Cobertura do tanque MBR	20	3	480	h	264	55,0%	48,8%	11,6	57,8%	**112,8%**	Atrasada

ANEXO 4.H. CONTROLO DA PRODUTIVIDADE NA SEMANA 8 (31 DE MAIO)

					Tempo de trabalho decorrido			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 31-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Atraso relativo ao plano de trabalhos	Quantidade de trabalho	Un.	dias	%	Produção efetuada (%)	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	0	300	dias	283	94,3%	94,3%	17,0	5,7%	**100,0%**	Dentro do prazo
Cobertura do tanque MBR	20	120	80	m²	18	90,0%	77,5%	5,2	26,1%	**116,1%**	Atrasada
Limpeza e reparações do edifício de apoio	20	54	165	m²	6	30,0%	31,5%	13,0	65,2%	**95,2%**	Avançada

					Horas de mão de obra já gastas			Trabalho em falta			
ATIVIDADES EM CURSO no dia 31-5-2022	Duração estimada da tarefa (dias)	Mão de obra prevista	Quantidade de trabalho	Un.	Horas	%	Produção efetuada	dias	%	Estado da execução da tarefa	
Manutenção do estaleiro	300	1	2400	h	2264	94,3%	94,3%	17,0	5,7%	**100,0%**	Dentro do prazo
Cobertura do tanque MBR	20	3	480	h	432	90,0%	77,5%	5,2	26,1%	**116,1%**	Atrasada
Limpeza e reparações do edifício de apoio	20	2	320	h	48	15,0%	31,5%	6,5	32,6%	**47,6%**	Avançada