INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO CORREIA

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LINHA DE BALANÇO: estudo de caso de um empreendimento misto na cidade de Ilhéus/BA

Florianópolis
2022

GUSTAVO CORREIA

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LINHA DE BALANÇO: estudo de caso de um empreendimento misto na cidade de Ilhéus/BA

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Juliana Bonacorso Dorneles

Florianópolis

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Correia, Gustavo
APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LINHA DE BALANÇO: estudo de caso de um empreendimento misto na cidade de Ilhéus/BA / Gustavo Correia; orientação de Juliana Bonacorso Dorneles. – Florianópolis, SC, 2022.
95 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Linha de Balanço. 2. Planejamento de obras. 3. Construção civil. I. Bonacorso Dorneles, Juliana . II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LINHA DE BALANÇO.

GUSTAVO CORREIA

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE LINHA DE BALANÇO: estudo de caso de um empreendimento misto na cidade de Ilhéus/BA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Engenharia Civil, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 28, julho de 2022.

gov.br Documento assinado digitalmente
JULIANA BONACORSO DORNELES
Data: 30/08/2022 11:17:51-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

_____

Prof. Juliana Bonacorso Dorneles, Me.

Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

JOAO ALBERTO DA COSTA GANZO FERNANDEZ
Assinado de forma digital por JOAO ALBERTO DA COSTA GANZO FERNANDEZ
Dados: 2022.08.30 09:01:07 -03'00'

_____

Prof. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

ALIVINO JOAO DA SILVA JUNIOR:06385528936
Assinado de forma digital por ALIVINO JOAO DA SILVA JUNIOR:06385528936
Dados: 2022.08.30 09:46:11 -03'00'

_____

Alivino João da Silva Junior.

Examinador externo, Engenho Projetos e Construções

Dedico este trabalho ao meu avô Hélio João Correia (in memoriam), cuja presença foi essencial em minha vida e grande incentivador da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha esposa que são minha base e meu apoio nessa caminhada.

A professora Juliana Bonacorso Dorneles pela orientação e dedicação ao longo do desenvolvimento desse trabalho.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil pelos conhecimentos recebidos.

Abraços combinam muito com
engenharia: colunas alinhadas que
dão conforto e segurança.
(BEZERRA, Tiago).

RESUMO

O gerenciamento e planejamento são de suma importância em todas as áreas em que um projeto se faz necessário. Na indústria da construção civil, no que tange ao planejamento de obras, não é diferente. Pode-se observar ainda que algumas obras são executadas com base na experiência do mestre de obras, sem um responsável técnico. Esse modo de procedimento pode acarretar em ausência de controle na execução, sem um projeto e sem um mínimo de planejamento. Um projeto é importante, seja para controlar a chegada e saída de materiais na obra, o tempo para cada atividade e o número de profissionais envolvidos. Alguns métodos são utilizados pelos engenheiros para desenvolver um planejamento de obras, a Linha de Balanço é um deles. Essa metodologia apresenta com clareza os fluxos e ritmos da produção tendo como maior atrativo a visibilidade ao processo produtivo. Ou seja, com a Linha de Balanço é possível desenvolver cronogramas, planejamento de folgas, planos de ataques e outros itens constantes e indispensáveis no planejamento de obras. Devido à importância de um planejamento, mesmo a obra sendo do tipo de obra que for, independente do seu porte, a mesma metodologia pode ser aplicada. Esse estudo tem como objetivo geral desenvolver o planejamento para execução de um empreendimento misto localizado na cidade de Ilhéus/BA, objeto desse estudo, utilizando o método da Linha de Balanço. Conclui-se que a aplicação da técnica da Linha de Balanço como ferramenta de planejamento na obra, objeto desse estudo, comprovou que a compreensível visualização das informações constitui um eficiente instrumento de comunicação dentro do empreendimento, além de otimizar o fluxo de caixa, o estoque de obra e o ganho de produtividade pela característica repetitiva das tarefas.

Palavras-chave: Linha de Balanço. Planejamento de obras. Construção civil.

ABSTRACT

Management and planning are of paramount importance in all areas where a project is needed. In the civil construction industry, when it comes to the planning of works, it is no different. It can also be observed that some works are carried out based on the experience of the master builder, without a technical manager. This mode of procedure can result in the absence of control in the execution, without a project and without a minimum of planning. A project is important, whether to control the arrival and departure of materials at work, the time for each activity and the number of professionals involved. Some methods are used by engineers to develop a work plan, the Line of Balance is one of them. This methodology clearly presents the flows and rhythms of production, with the most attractive being the visibility of the production process. In other words, with the balance line it is possible to develop the steps at the three levels, short, medium and long term, schedules, planning of breaks, attack plans and other constant and indispensable items in the planning of works. Due to the importance of planning, even the work being of the type of work that it is, regardless of its size, the same methodology can be applied. This study has as general objective to develop the planning for the execution of a mixed enterprise located in the city of Ilhéus/BA, object of this study, using the method of the Line of Balance. It is concluded that the application of the balance line technique as a planning tool in the work, object of this study, proved that the comprehensible visualization of the information constitutes an efficient instrument of communication within the enterprise, in addition to optimizing the cash flow, the stock of work and the productivity gain due to the repetitive characteristic of the tasks.

Keywords: Line of Balance. Works planning. Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre custo e possibilidade de influência na construção ... 22
Figura 2 - Diagrama de rede representado por blocos 28
Figura 3 - Exemplo Identificação do Caminho Crítico - Obra de uma barragem 30
Figura 4- Exemplo de um Cronograma de Gantt – Caminho Crítico 32
Figura 5 - Exemplo de tarefas não críticas no diagrama de Gantt..... 33
Figura 6 - Linha de Balanço conceitual 35
Figura 7 - Exemplo de Linha de Balanço..... 36
Figura 8 - Zona de aplicação da Linha de Balanço 38
Figura 9 - Exemplo de Linha de Balanço com tarefas interrompidas 40
Figura 10 - Exemplo de Linha de Balanço com revezamento de tarefas 41
Figura 11 - Exemplo de uma EAP (WBS)..... 47
Figura 12 - Imagem aérea do local do empreendimento 49
Figura 13 - Planta Baixa do apartamento tipo 50
Figura 14 - Planta Baixa do apartamento de 2 (dois) dormitórios com suíte ... 51
Figura 15 – Exemplo de uma rede básica de serviços 53
Figura 16 - Rede básica de serviços elaborada para o estudo de caso 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplo Diagrama de Rede em tabela 28
Tabela 2 - Exemplo Identificação do Caminho Crítico – Barragem Alegria 30
Tabela 3 - Tabela parcial do cálculo das durações mínimas para pavimento Tipo da Torre 01..... 59
Tabela 4 - Tabela parcial com informações resumidas de todos os pavimentos 62
Tabela 5 – Informações do plano de ataque para pavimento Tipo da Torre 0164

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo de Caminho Crítico com o gráfico de Gantt 31
Gráfico 2 - Exemplo de Cronograma de barras 33
Gráfico 3 - Exemplo de gráfico gerado pela aplicação da técnica de Linha de Balanço 39
Gráfico 4 - Modelo de Planejamento - Linha de Balanço 42
Gráfico 5 - Linha de Balanço referente ao plano de longo prazo do Empreendimento E1 43
Gráfico 6 - Plano de ataque parcial para pavimento Tipo da Torre 01 61
Gráfico 7 - Planejamento parcial - 1º ano de execução do empreendimento .. 66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Avaliação do Método da Linha de Balanço 45
Quadro 2 - Início da construção da EAP do empreendimento..... 56
Quadro 3 - Pacotes de trabalho do pavimento tipo do empreendimento tipo .. 57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 Objetivos 18
1.1.1 Objetivo geral 18
1.1.2 Objetivos específicos 18
1.2 Justificativa 18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 21
2.1 Planejamento na construção civil: Conceito 21
2.2 Níveis do planejamento 25
2.2.1 O planejamento de longo prazo 25
2.2.2 O planejamento de médio prazo: 27
2.2.3 Planejamento de curto prazo 27
2.3. Identificação do caminho crítico 29
2.3.1 O cronograma de Gantt 31
2.4 Método da Linha de Balanço 34
2.4.1 Aplicação do método da Linha de Balanço 36
2.5 Vantagens e desvantagens da Linha de Balanço 43
2.6 Estrutura Analítica do Projeto (EAP) 46
3 METODOLOGIA 48
3.1 Característica da pesquisa 48
3.2 Estudo de caso 48
3.3 Desenvolvimento do EAP do empreendimento 52
3.4 Planejamento a longo prazo 53
3.4.1 Planejamento utilizando a técnica da Linha de Balanço 54
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 55
4.1 Determinação das atividades a serem programadas e suas durações 55
4.2 Envolvimento das equipes de produção: Contribuições técnicas 63
4.3 Plano de ataque empregando a técnica de Linha de Balanço 64
4.4 Planejamento do empreendimento estudado utilizando o método da Linha de Balanço 65
5 CONCLUSÃO 68
5.1 Sugestões para trabalhos futuros 70
REFERÊNCIAS 71
APÊNDICES 74

APÊNDICE A – Tabelas de cálculo das durações mínimas de todos os pavimentos. 74
APÊNDICE B – Plano de ataque dos dois pavimentos tipo (Torre 01 e 02) utilizando a ferramenta do gráfico de Gantt. 87
APÊNDICE C – Tabela com o resumo de todas as informações coletadas e calculadas de todos os pavimentos. 89
APÊNDICE D – Plano de ataque de todos os pavimentos. 90
APÊNDICE E – Planejamento em Linha de Balanço. 95

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil passa por um momento de crescimento e, mesmo com o refreamento do mercado imobiliário, devido a pandemia que devastou o mundo entre 2020 e 2022, não ficou estagnada. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), isso se deve principalmente ao crédito imobiliário e à expansão do mercado de capitais do Brasil. A pesquisa desse instituto revela que a construção civil fechou o ano de 2021 com uma alta de 9,7% sendo o melhor desempenho do setor desde 2010, quando o incremento das atividades foi de 13,1%. Tal cenário torna possível a compreensão do crescente número de empreendimentos em execução no mercado da construção civil.

Mesmo sendo um setor da economia que se mantém num bom patamar, novas tecnologias e metodologias são sempre bem vindas para que esse mercado se sustente. A área do planejamento de obras vem ganhando cada vez mais relevância na medida em que há o aumento da concorrência do mercado da construção civil. O planejamento de uma obra é uma atividade fundamental aos empreendimentos, a qual é desenvolvida desde o início até a finalização, assumindo formas e qualificações diferentes conforme o conjunto de tarefas desenvolvidas nas suas várias etapas (VARALLA, 2003).

Tendo em vista que muitas obras, principalmente as de pequeno porte e as reformas, iniciam sem um planejamento adequado, o aumento desse tipo de construção pode constituir em problema aos profissionais engenheiros. Sem um planejamento não tem como prever ou modificar algum item ou atividade não programada no percurso da construção. Com um planejamento é possível estabelecer metas e prever a modificações das mesmas quando necessário.

Autores como Ferreira (2019) e Mattos (2019) afirmam que a indústria da construção civil vem sofrendo com modificações substanciais nos últimos anos, com a globalização dos mercados, aumento das exigências dos clientes. Isso faz com que a busca por técnicas mais eficientes e que auxiliem no planejamento das obras, seja uma prioridade do setor.

As organizações, frente à complexidade do mercado e a competitividade das empresas, mostra que os padrões tradicionais de gestão podem estar atrasados e ineficientes. Nesse interim, um bom planejamento de obra se faz

indispensável para que a empresa possa cumprir os prazos de entrega dos empreendimentos com a qualidade necessária e a máxima economia de recursos (PRADO, 2002).

Desse modo, para buscar a diferenciação e aperfeiçoamento de seus produtos, as empresas buscam mão de obra cada vez mais especializada, pesquisam ferramentas gerenciais eficazes propendendo o aumento da produtividade, melhora no tempo das atividades e redução dos gastos.

Neste contexto, mesmo não sendo uma novidade na indústria da construção civil, a Linha de Balanço é um método utilizado no planejamento pelo qual são especificadas as informações desde o início até o fim das atividades de uma obra, bem como a duração máxima para o desenvolvimento do projeto e a execução total do empreendimento.

A técnica da Linha de Balanço proporciona um gerenciamento distinto, objetivo e com bastante eficiência, aliado à praticidade e facilidade de acesso e compreensão oferecidos por esse método. A Linha de Balanço também pode alavancar a produtividade de uma empresa do setor da construção civil, de modo a conferir-lhe mais competitividade diante de outras organizações do setor que concorram no mesmo mercado, controlando melhor a produção, a fim de mitigar possíveis erros, imprevistos e atrasos, dando maior assertividade para os projetos.

Quanto ao problema de pesquisa, entendendo que a construção é a execução de projetos previamente planejados, respeitando técnicas construtivas e as normas vigentes, denota-se que não há mais espaço para improvisos e nem métodos imprecisos, pois atualmente, a entrega no prazo acordado e um padrão assertivo de qualidade fazem a diferença entre o sucesso e o insucesso, e em muitos casos, relaciona-se de forma direta com a sobrevida da empresa no mercado de trabalho.

Sendo assim, por ainda haver, conforme aponta Mattos (2019), uma grande deficiência no planejamento e no controle de obras, o que pode ser uma das principais causas da baixa produtividade, além de elevadas perdas e baixa qualidade dos produtos da construção civil, esse estudo elaborou a seguinte pergunta: O método da Linha de Balanço pode auxiliar no planejamento de uma obra, fazendo com essa se torne mais viável em termos de tempo e economia?

Para bem responder a problemática, a subseção a seguir traz o objetivo geral e os objetivos específicos que também, são importantes à busca de artigos que compõe a fundamentação teórica e o desenvolvimento do planejamento proposto nesse estudo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver o planejamento para execução do empreendimento, objeto desse estudo, utilizando o método da Linha de Balanço.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar o passo a passo da Linha de Balanço demonstrando o melhor ritmo para as atividades;
- Elaborar um plano de ataque conforme os pacotes de trabalho identificados para cada pavimento, aplicando os conceitos da técnica de Linha de Balanço;
- Desenvolver um planejamento com Linha de Balanço.

1.2 Justificativa

O ramo da construção de civil pode ser concebido por um número relevante de projetos que tendem a ultrapassarem o tempo previsto dos seus prazos, o que leva ao aumento dos custos antes pensados. O significativo aspecto do descontrole dos custos realizados é nítido quando se compara uma obra sem planejamento em relação a uma obra cujo planejamento é efetuado de forma assertiva. De acordo Bedin (2020, p. 2) partir do planejamento de obras “é possível fazer estimativas, obter previsões e identificar impactos, além de ter uma visão geral do projeto”.

Um canteiro de obras pode conter incertezas e imprevistos que acarretam em perda de tempo (produtividade), desperdício de materiais, retrabalhos, custos não contabilizados no orçamento, entre outros. Entretanto um planejamento bem executado com informações precisas e contando com a

expertise tanto da equipe de gestão quanto dos líderes da mão de obra, amenizam em muito as incertezas identificando previamente problemas recorrentes nas obras. Sobre a importância do planejamento, Prado (2002, p. 19) assevera que:

> [...] o planejamento e a programação de obra é uma tarefa importante para o bom desempenho das empresas construtoras pois a construção civil é uma atividade econômica baseada em empreendimentos, os quais possuem algumas características peculiares como a longa duração da produção e o alto custo envolvido.

Por esse motivo, muitas metodologias e ferramentas de controle para todas as etapas de um projeto da construção civil foram desenvolvidas e aperfeiçoadas com o intuito de se obter um amplo conhecimento da situação em que o empreendimento se encontra (VARGAS, 2018). Dentre esses métodos está a Linha de Balanço, um processo que auxilia o planejamento da produção da construção, sendo recomendada às obras de caráter repetitivo. Ou seja, aquelas obras onde as atividades se repetem a cada nova etapa, a Linha de Balanço propõe uma melhor disposição das informações, o que promove uma fácil compreensão de tudo que ocorre ou virá acontecer na obra (PINHEIRO, 2019).

Assim, a justificativa pela escolha desse tema para o trabalho de conclusão de curso se dá pela necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre gestão, planejamento e cronogramas de obras civis, assim apresentando sua importância e eficácia desde os estudos preliminares de projeto passando pela execução, até a entrega do produto final da construção. Embora presente há muito tempo na bibliografia, a Linha de Balanço ainda é pouco utilizada enquanto técnica de planejamento e, sendo assim, essa é mais uma justificativa para que esse tema seja desenvolvido em uma monografia.

Ainda, essa pesquisa adquiriu relevância pela importância de se ter mais trabalhos acadêmicos que tratam do assunto “Linha de Balanço”, tendo em vista a pouca existência de estudos e pesquisas direcionadas aos estudantes e profissionais da área da construção civil que mostrem a utilização e o passo a passo para o desenvolvimento e aplicação desse método no planejamento de obras, pois esse pressupõem os ritmos, fluxo contínuo de trabalho, etc...

Por fim, essa pesquisa se justifica também, porque entende-se que esse tipo de assunto agrega fatores essenciais para que uma empresa e/ou profissional engenheiro atinja o sucesso no mundo dos negócios, ou seja, uma maior competitividade e qualidade na prestação dos seus serviços. Haja vista que além da gradativa intensificação da competitividade entre as empresas que atuam no mercado da construção civil, existe a mudança do perfil do seu público-alvo, isto é, está cada vez mais informado e com a intensificação da globalização, os consumidores possuem cada vez mais acesso às empresas que atuam no mesmo ramo, podendo escolher a que melhor responder seus anseios na hora de contratar uma construtora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta revisão teórica sobre o planejamento de obras na construção civil, conceitos, controle, as etapas anteriores ao controle e a fundamentação da metodologia da construção com uso do método Linha de Balanço.

2.1 Planejamento na construção civil: Conceito

O planejamento de obra serve de instrumento para a gestão, visto que suas informações serão confrontadas no controle dos prazos dispostos no cronograma e cumprimento do orçamento no decorrer da execução do empreendimento. Isso ocorre devido ao fato de que a construção civil representa um ramo de atividade que tende a envolver um considerável número de variáveis e cujo desenvolvimento se dá em meio a um ambiente caracterizado, de forma particular, pela dinamicidade e mutabilidade.

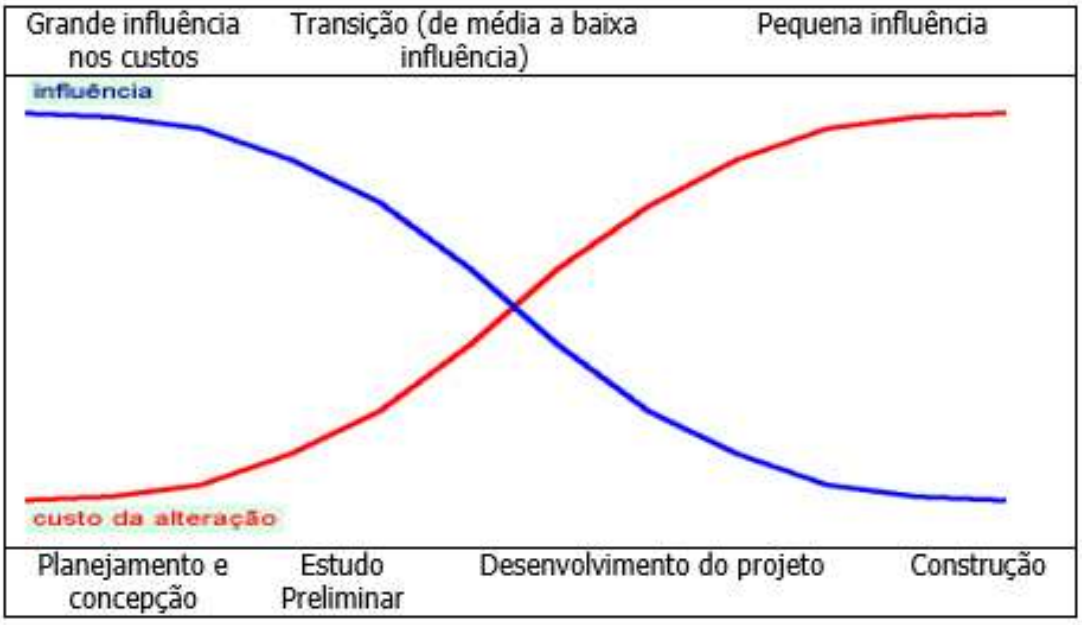
Conforme Silva (2017) o planejamento na construção civil diverge de outras indústrias justamente pela singularidade de cada empreendimento e, por consequência, sistemas de produção efêmeros. Nesse contexto, quando o plano é pouco detalhado e sem uma didática compreensível, a responsabilidade de muitas decisões acaba sendo transferido para o engenheiro responsável e para o mestre de obras.

Quanto ao conceito, de acordo com Formoso *et al.* (1999) planejar é um procedimento gerencial, que parte do estudo e definição da melhor metodologia para alcançar objetivos pré-definidos. Corroborando com esse pensamento, Ferreira (2019) define o planejamento como sendo o processo de preparação para execução do empreendimento, nele conjecturam-se todas as tarefas a serem desenvolvidas, bem como quando e o método necessário para execução. Ou seja, para esse autor o planejamento deve ter por característica a condição de eliminar as perdas e otimizar o processo construtivo, pois no plano precisa constar as metas e apontamento das ações à serem desenvolvidas para sua realização.

De forma elucidativa, González (2008) evidencia graficamente a influência de um planejamento bem executado frente ao custo de uma possível alteração

conforme avançam as etapas do empreendimento, apresentado na Figura 1, exigindo maior esforço e dedicação de toda equipe de gestão, ainda que alguns problemas se tornam inviáveis de serem reparados posteriormente.

Figura 1 - Relação entre custo e possibilidade de influência na construção



Fonte: González (2008)

O planejamento da obra representa um dos mais relevantes aspectos do gerenciamento, formando um conjunto de amplo espectro, que tende a englobar orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações, etc. Sendo assim, o planejamento também pode ser definido como sendo um processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma desejada ação futura. Neste sentido, ter um empreendimento bem planejado poderá facilitar aos proprietários na tomada de decisão, quando do início e do andamento de uma obra (SILVA *et al.*, 2017).

Um planejamento realizado de forma bem elaborada possibilita a estruturação da resolução de problemas, bem como a busca de soluções que propiciem a eliminação de retrabalhos, assim como desperdícios, cujo produto resultante se dá sob os aspectos positivos da economia de recursos, do direcionamento e da alocação assertiva dos mesmos, dentre outros fatores (MAGALHÃES; MELLO; BANDEIRA, 2018; BEDIN, 2020).

De acordo com os estudos de Formoso *et al*. (1999), Prado (2002), Mattos (2010) e Mattos (2019), se pode listar 10 (dez) principais benefícios do planejamento, que são:

a) Conhecimento Pleno da Obra: O desenvolvimento do processo de planejamento tende a impor ao profissional responsável pela obra, diversas etapas relevantes a serem cumpridas. Entre essas etapas estão: estudar os projetos, analisar o método construtivo, identificar as produtividades concebidas no orçamento e determinar, de acordo com o cronograma da obra, o período trabalhável pertinente a cada frente ou relacionado a cada tipo de serviço (a área interna e externa, no concreto, na terraplanagem, etc.). Mattos (2019, p. 24) reitera que: “A prática de parar para pensar no trabalho somente poucos dias antes de começa-lo é totalmente equivocada, pois não permite tempo hábil para mudança de planos.”;

b) Detecção de Situações Desfavoráveis: A previsão oportuna em face de situações desfavoráveis, bem como os indícios de desconformidade com o cronograma, possibilita ao técnico que fez o planejamento da obra tomar as devidas providências a tempo, adotando medidas assertivas de cunho preventivo e corretivo. Com essas ações é possível minimizar os impactos no custo e no prazo da obra;

c) Agilidade de Decisões: O planejamento possibilita uma visão real de todas as etapas da obra, de modo que possa servir de base confiável para a tomada de decisões gerenciais, como: na mobilização e desmobilização de equipamentos, ferramentas e materiais, no redirecionamento e/ou aumento das equipes, na aceleração de serviços, quanto à alteração de métodos construtivos, como por exemplo, na terceirização dos serviços, bem como na substituição de equipes pouco produtivas;

d) Relação com o Orçamento: Ao adotar as premissas de índices, de produtividades e de dimensionamento de equipes, materiais e equipamentos empregados no orçamento, o engenheiro responsável alia orçamento com planejamento, de modo a possibilitar que se avalie as inadequações e, ainda, atuando na identificação das oportunidades de melhoria;

e) Otimização da Alocação de Recursos: Mediante a análise do planejamento, o engenheiro da obra pode “jogar” com as folgas das atividades, de forma que possa elaborar decisões relevantes como o nivelamento de

recursos, na protelação da alocação de determinados equipamentos, materiais etc.;

f) Referência para Acompanhamento: O cronograma desenvolvido no planejamento da obra representa uma relevante ferramenta para o acompanhamento da obra, haja vista que possibilita comparar o previsto com o realizado e fazer os ajustes necessários;

g) Referência para Metas: Em um planejamento de obras, os programas orientados para as metas e aos bônus em razão do atingimento do cumprimento de prazos podem ser facilmente estabelecidos, em razão de um planejamento referencial bem construído, pelo qual as metas podem ser definidas e revista se for o caso;

h) Padronização: O planejamento possibilita disciplinar e unificar o entendimento acerca da equipe responsável pelos diversos setores no canteiro de obra, de forma que torne consensual o plano voltado para o ataque aos problemas que surgem na obra, corroborando para melhorar a comunicação;

i) Documentação e Rastreabilidade: Em razão da geração dos registros escritos e periódicos, o planejamento permite a criação de um histórico do empreendimento, que se torna útil no tocante à resolução de pendências, assim como, no resgate de informações dispostas no planejamento, na elaboração de pleitos de outras partes, incluindo a mediação de conflitos entre as equipes;

j) Criação de Dados Históricos: O processo de planejamento de uma obra pode servir de embasamento para que se possa desenvolver cronogramas e planos de ataques para obras similares. A empresa passa a possuir uma memória que servirá em outras ocasiões;

k) Profissionalismo: O planejamento atribui uma maior seriedade e comprometimento tanto para a obra, quanto para a empresa e os profissionais envolvidos. Isso porque, uma obra planejada causa boa impressão, e neste sentido, corrobora para inspirar a confiança dos clientes e ajudar a fechar outros negócios.

Resta evidente que o planejamento produz metas a serem alcançadas para auxiliar nos prazos e também as ferramentas necessárias aos processos produtivos (MATTOS, 2019; PRADO, 2003; PRADO, 2019). Enquanto o controle, o planejamento gerencia o cumprimento dessas metas, avaliando

conformidade com o que foi planejado, fornecendo informações para planos futuros (PRADO, 2003).

Por fim, de acordo com o abordado ao longo desta seção e com base nos autores citados, conclui-se que o planejamento é o elemento basilar para toda empresa que almeja executar uma obra civil com qualidade, custos controlados e dentro dos prazos estipulados.

2.2 Níveis do planejamento

Todo planejamento de obras possui níveis a serem seguidos. De acordo com Herthel (2015, p. 24) “o processo de planejamento envolve duas dimensões distintas, uma vertical e outra horizontal”. Para essa autora, a dimensão vertical está associada ao planejamento em diferentes níveis gerenciais, já a horizontal relaciona-se às 3 (três) etapas contidas nos planejamentos de longo, médio e curto prazos.

Essas três etapas serão descrita na sequência.

2.2.1 O planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo também é chamado de planejamento estratégico, abarca as principais atividades relacionadas à execução, ou a construção propriamente dita, do empreendimento. Tem como principal produto o plano mestre, que seria o guarda-chuva dos demais planos. Uma forte característica desse nível de planejamento é o estabelecimento do ritmo de produção, o que faz com que se possa coordenar o fluxo de trabalho e o uso dos materiais. Um exemplo da importância desse nível é a compatibilização entre o fluxo de despesas e o fluxo de caixa, representada pelo cronograma físico – financeiro (FORMOSO *et al*., 1999; PRADO, 2002; HERTHEL, 2015).

- As principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são: Coletar informações: o processo de coleta de todas as informações necessárias para gerar o plano mestre de produção. Durante as retroalimentações, a coleta advém principalmente do planejamento de médio prazo (FORMOSO *et al*., 1999);

- Gerar fluxo de caixa: A partir do plano mestre, elabora-se um fluxo de caixa mais detalhado do que aquele gerado no início do empreendimento. Algumas vezes é necessário modificar o plano mestre da obra de forma a tornar favorável o fluxo de despesas, principalmente em função das altas taxas de juros praticadas no país. O fluxo de caixa gerado é base para o controle financeiro da obra (HERTHEL, 2015);
- Preparar plano: Podem-se utilizar várias técnicas para gerar o plano mestre, sendo as principais o diagrama de Gantt, os diagramas de precedência de atividades, as técnicas de rede e a Linha de Balanço (ICHIHARA, 1997). Sobre essas técnicas, “a técnica de Linha de Balanço tem a vantagem, em relação às duas primeiras, de apresentar explicitamente o fluxo de trabalho das diferentes equipes na obra” (HERTHEL, 2015. P. 25);
- Difundir o plano mestre: Este deve ser apresentado em um ou mais formatos, em função da necessidade de seus usuários;
- Programar recursos classe 1: Envolve a programação dos recursos cuja previsão de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Sobre programar os recursos, lê-se:

> Caracterizam-se, geralmente, pelo longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo, por exemplo, elevadores, cerâmica, pastilhas, entre outros. O lote de compra geralmente corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados (HERTHEL, 2015. P. 25).

- Difundir programação de recursos: Uma vez gerada a programação de recursos classe 1, esta deve ser disseminada aos setores de recursos humanos para a contratação de mão-de-obra e de suprimentos para aquisição dos materiais e equipamentos necessários (FORMOSO *et al*., 1999; PRADO, 2002).

É nessa fase do planejamento que são elaborados os planos de ataque à obra, como a sequência e trajetórias de execução, e o número de equipes na execução das atividades, o que pode ocorrer quando se faz o planejamento ou

até mesmo antes de elaborar o planejamento a longo prazo (BERNARDES, 1996; FORMOSO *et al*., 1999; HERTHEL, 2015).

2.2.2 O planejamento de médio prazo:

De uma maneira simplificada, o médio prazo é uma vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais. Esse é o nível que está mais sujeito a alterações, em função da retroalimentação, ou seja, podem-se mudar várias vezes, é um plano dinâmico (VARGAS, 2018).

Por ser variável e flexível, no plano de médio prazo:

> [...] É comum haver variações entre os procedimentos adotados por diferentes empresas neste nível de planejamento. Existem casos em que o ciclo de planejamento pode ser bi ou trimestral, sendo os planos atualizados mensalmente. Entretanto, algumas empresas subdividem o planejamento de médio prazo em dois níveis, um com ciclo mensal e outro com ciclo trimestral (HERTHEL, 2015. P. 26).

No planejamento de médio prazo também se faz: coleta de Informações; simulação em planta (Por meio de análises dos fluxos de trabalho e das tarefas envolvendo tanto o espaço quanto o tempo, é possível realizar simulações em planta para identificar possíveis interferências.); preparação do Plano; difusão do Plano; programação de recursos; Difusão dos Recursos (PRADO, 2002; HERTHEL, 2015; MATTOS, 2019).

2.2.3 Planejamento de curto prazo

Também chamado de planejamento operacional e planejamento de comprometimento, este nível tem a função de proteger a produção contra as incertezas que por ventura poderiam surgir ao longo do tempo de obra.

De acordo com Mendes Junior (1996) e Magalhães, Mello e Bandeira (2018) a elaboração do planejamento neste nível é responsabilidade da equipe da obra, compreende-se aqui, os engenheiros que assinam pelo empreendimento, o mestre de obra e os encarregados pelas equipes de produção. Este aspecto é essencial para que haja engajamento das equipes de produção na busca por cumprir o que foi estabelecido no planejamento.

Antes de identificar os caminhos críticos, importa lembrar que a montagem do diagrama de rede é essencial para o projeto e planejamento de uma obra. A montagem do diagrama de rede possibilita uma visualização assertiva das atividades conectadas entre si, bem como do aspecto que envolve a lógica do projeto e de uma melhor visualização atribuída aos caminhos críticos pertinentes ao projeto (RESENDE; VENDER; CARRIJO, 2018; MATTOS; 2019). Como se pode visualizar na Tabela 1:

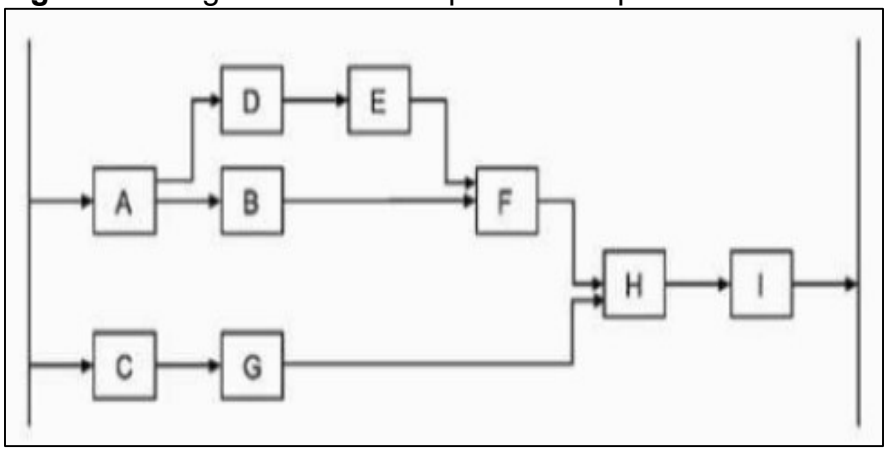
Tabela 1- Exemplo Diagrama de Rede em tabela

Código	Atividade	Predecessoras
Acessos		
A	Acesso ao túnel	-
B	Acesso até a ensecadeira de montante	A
C	Acesso até a ensecadeira de jusante	-
Túnel		
D	Emboque do túnel	A
E	Escavação do túnel	D
Ensecadeiras		
F	Construção da ensecadeira de montante	B,E
G	Construção da ensecadeira de jusante	C
Fundação da barragem		
H	Esgotamento	F,G
I	Escavação para fundação da barragem	H

Fonte: Mattos (2010, p.139)

O esquema também pode ser feito em diagrama:

Figura 2 - Diagrama de rede representado por blocos



Fonte: Prado e Ladeira (2014)

Essas três etapas, planejamento de longo, médio e curto prazo são essenciais no planejamento de uma obra.

Para que se obtenha um bom planejamento, um dos passos importantes é a identificação do caminho crítico. Esse é o assunto da próxima seção.

2.3. Identificação do caminho crítico

Um conjunto de ligações entre os eventos, ou atividades dependendo do modelo de rede, é chamado de caminho. A rede, portanto, é formada de diversos caminhos que se interligam e convergem para um ponto final, que representa o final do projeto. Esses caminhos podem apresentar criticidade, ou seja, é preciso prever as dificuldades que o projeto poderá passar.

Pode-se dizer que, conforme Mattos (2010) o caminho crítico é a sequência de atividades, ou o caminho, que resulta no maior tempo de duração entre todos os caminhos.

O Caminho Crítico do Projeto, em que são efetuados cálculos com o intuito de se obter a duração total da obra, pois se algumas atividades não fossem dependentes das outras, bastaria que fossem somadas a duração de cada uma das atividades, no entanto, existem ligações entre essas etapas que são acentuadamente relevantes (RESENDE; VENDER; CARRIJO, 2018).

As fases do projeto que pertencem à parte do caminho crítico devem ter o seu início imediato logo após o fim da sua antecessora, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Exemplo Identificação do Caminho Crítico – Barragem Alegria

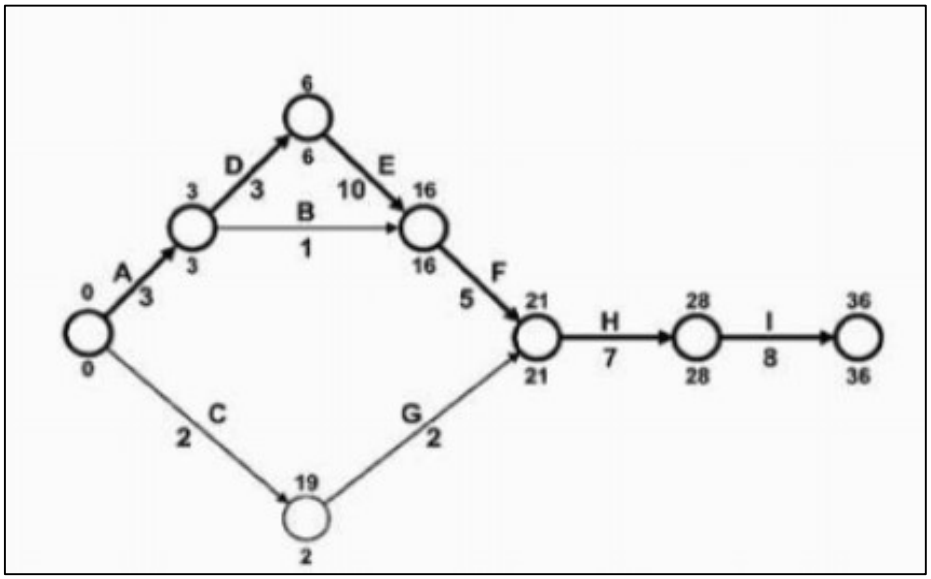
Código	Atividade	Predecessoras	Duração (semanas)
Acessos			
A	Acesso ao túnel	-	3
B	Acesso até a ensecadeira de montante	A	1
C	Acesso até a ensecadeira de jusante	-	2
Túnel			
D	Emboque do túnel	A	3
E	Escavação do túnel	D	10
Ensecadeiras			
F	Construção da ensecadeira de montante	B,E	5
G	Construção da ensecadeira de jusante	C	2
Fundação da barragem			
H	Esgotamento	F,G	7
I	Escavação para fundação da barragem	H	8

Fonte: Mattos (2010, p.167)

Pode-se observar uma folga entre as atividades A=3 semanas e C=2 semanas, sendo (A-C) = 1 semana, haja vista que uma não é predecessora da outra, ou seja, uma atividade independe da outra.

A Figura 3 apresenta um modelo de ilustração do caminho crítico**.**

Figura 3 - Exemplo Identificação do Caminho Crítico - Obra de uma barragem



Fonte: Mattos (2010, p.167)

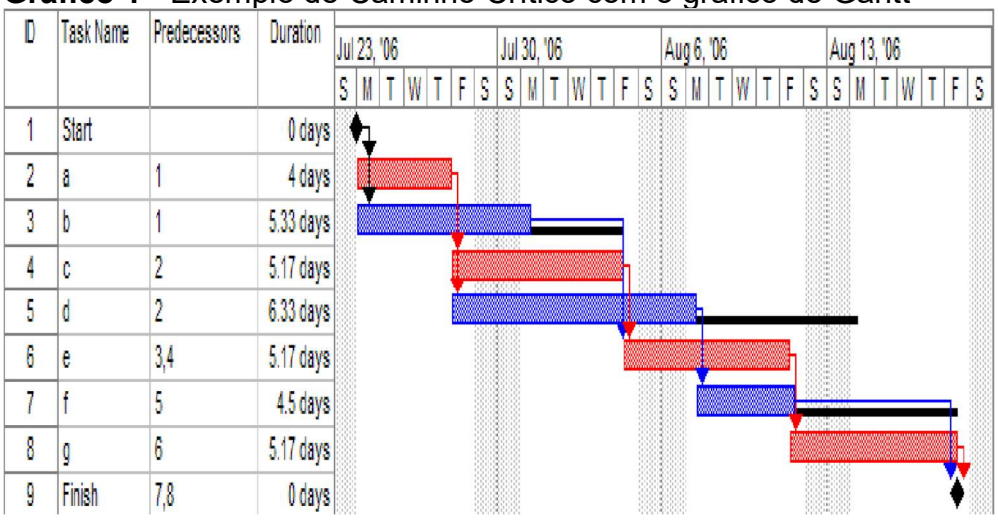
Ainda, segundo Mattos (2010) e Prado e Ladeira (2014) a atividade concebida como a mais complexa a ser efetuada na obra não significa que deverá ser uma atividade do caminho crítico. O autor afirma que, uma atividade não crítica se torna atividade crítica quando tende a consumir a sua folga. E por fim, uma folga livre representa o tempo que uma atividade tende a sofrer atrasos que não venham a influenciar quanto ao início da sua atividade sucessora.

2.3.1 O cronograma de Gantt

Mesmo não sendo considerado um método, e sim uma ferramenta, o cronograma de Gantt é útil para representar o avanço relativo das diversas etapas que constituem o projeto. Para Mattos (2010), o gráfico de Gantt representa uma relevante ferramenta voltada para o controle, pois é visualmente atraente, de fácil leitura e apresenta, de maneira simples e de forma imediata, a posição referente às atividades do projeto ao longo do tempo.

O processo de finalização de um Roteiro de Planejamento é concluído com a Geração do Cronograma e do cálculo das folgas do caminho não crítico. Esse gráfico possui as barras em função do tempo, de modo a determinar o início e o término das atividades, possibilitando tornar o gráfico intuitivo e de fácil entendimento (RESENDE; VENDER; CARRIJO, 2018). Esses aspectos podem ser visualizados de acordo com o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Exemplo de Caminho Crítico com o gráfico de Gantt

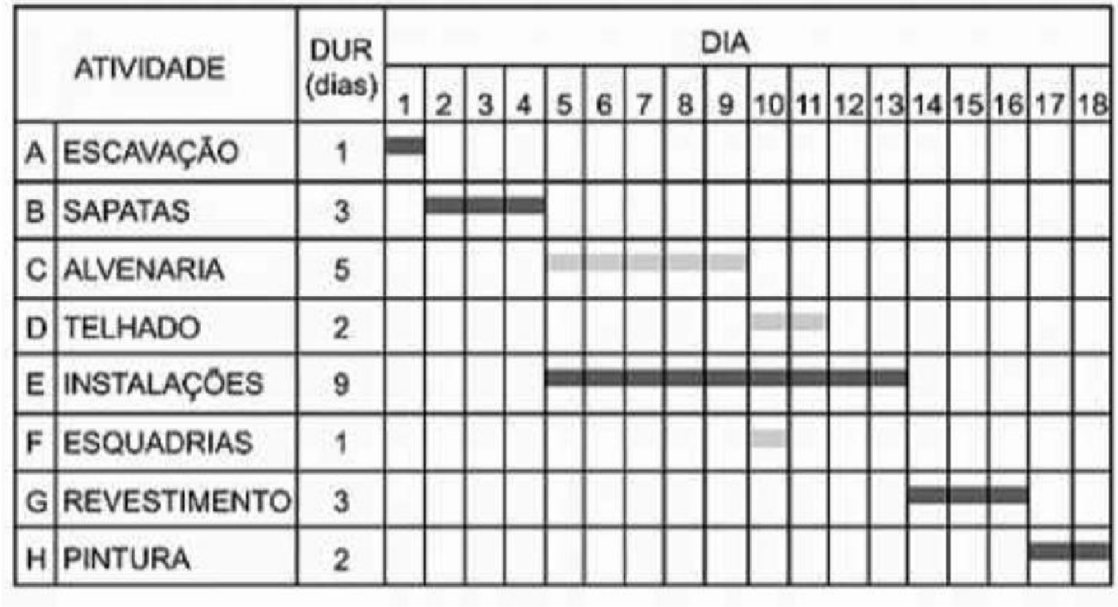


Fonte: Resende, Vender e Carrijo (2018)

De acordo com o que se vê no Gráfico 1, pode-se observar que o caminho crítico é expresso em vermelho, de modo a facilitar a visualização relativa às folgas do caminho não crítico.

Entende-se, portanto, que o resultado do planejamento é um cronograma, que pode ser apresentado como um diagrama de Gantt, conforme figura 4, podemos observar um exemplo desse diagrama, onde observamos as tarefas críticas em tom mais escuro (MATTOS, 2019).

Figura 4- Exemplo de um Cronograma de Gantt – Caminho Crítico

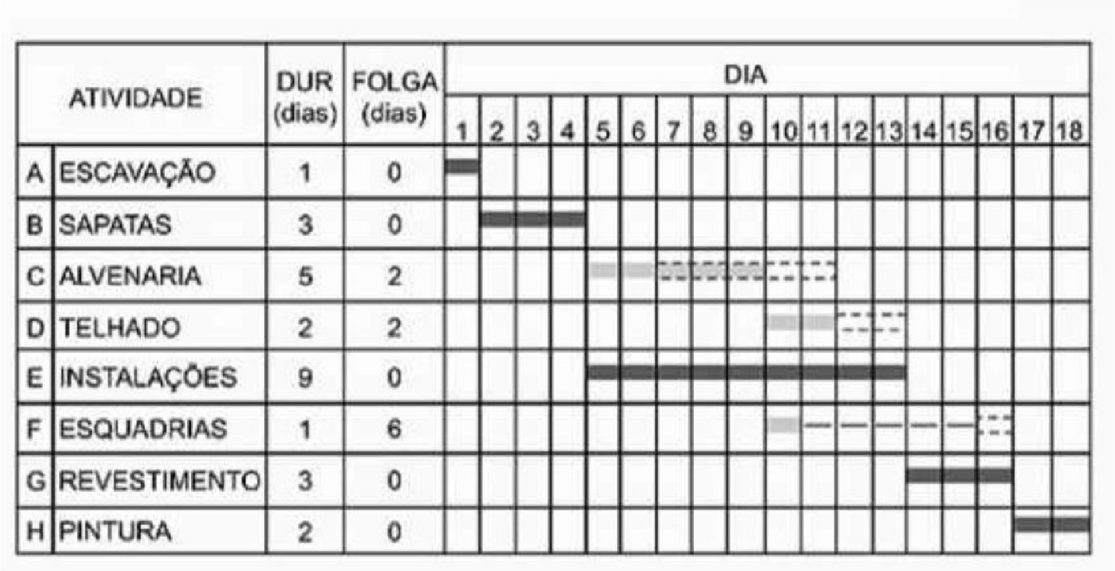


Fonte: Mattos (2019)

As incertezas no planejamento precisam ser consideradas para o sucesso do resultado, suas principais causas podem ser as condições ambientais estáveis, a inexperiência com a metodologia de construção adotada, a clareza nos objetivos (marcos) do empreendimento. Para corrigir essas incertezas devem ser dimensionadas folgas no cronograma, essas folgas podem ser reduzidas conforme os planos são detalhados (BERNARDES, 2001).

As tarefas que não fazem parte da sequência crítica têm flexibilidade para iniciar e terminar, esse período de liberdade que transpassa a duração denomina-se folga. Na Figura 5 podemos observar as atividades não críticas em tom mais claro com suas respectivas folgas (MATTOS, 2019).

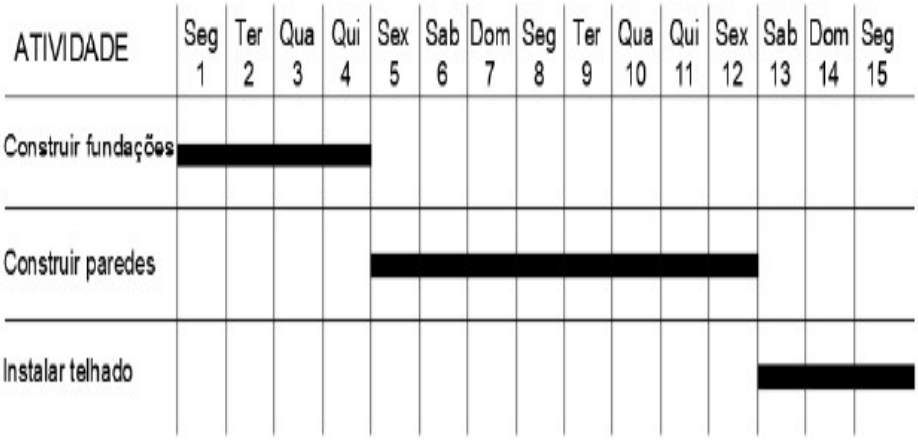
Figura 5 - Exemplo de tarefas não críticas no diagrama de Gantt



Fonte: Mattos (2019)

Alguns autores, como por exemplo, Mattos (2010) e Marega e Antônio (2017) chamam o diagrama de Gantt de cronograma de barras. Para esses autores, a principal deficiência desse método é a dificuldade de demonstrar e identificar as interdependências das atividades, que podem ser representadas por linhas retas ou curvas e setas pontilhadas tornando complexa a compreensão. Em contraponto por ser muito difundido e utilizado, é perfeitamente aceitável sua utilização quando se tem poucas atividades e durações curtas. O Gráfico 2 é um exemplo de Cronograma de barras:

Gráfico 2 - Exemplo de Cronograma de barras



Fonte: Mattos (2010, p. 202)

Quando bem elaborado e entendido pela equipe, o cronograma de barras auxilia na definição das datas de mobilização de equipe e equipamentos, o dia que deverá ser solicitados os materiais necessários ou, até mesmo, se é preciso contratar novos serviços terceirizados. Também é possível verificar quando ocorrerão as mobilizações financeiras, e ainda quando será feita as desmobilizações ao final das tarefas.

2.4 Método da Linha de Balanço

A Linha de Balanço é um método utilizado para desenvolver o planejamento, mais aplicado em obras com padrões repetitivos dentro do processo construtivo. Ou seja, quando algumas atividades são executadas sucessivas vezes da mesma maneira, como exemplo edifícios com vários pavimentos tipos ou conjuntos habitacionais.

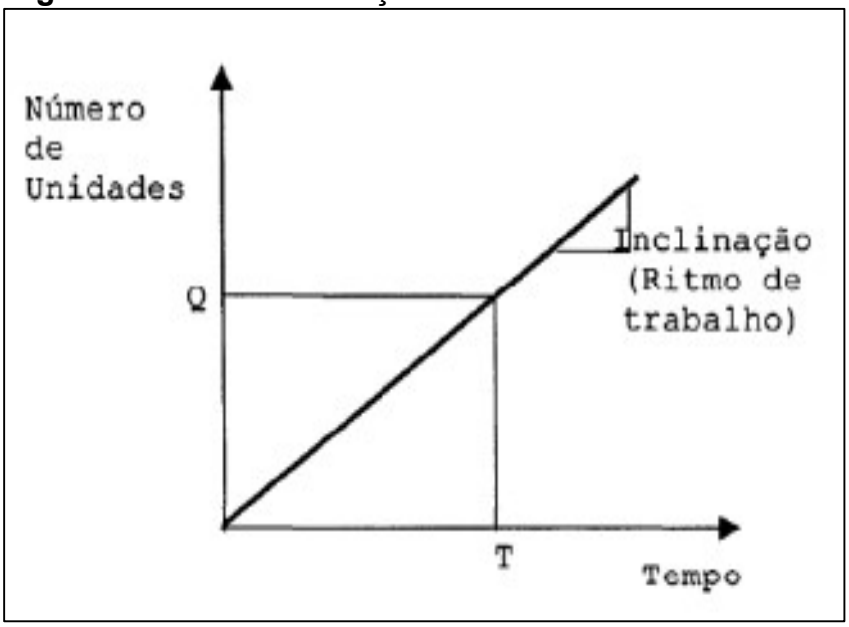
Nos anos de 1940, a empresa Goodyear criou o método da Linha de Balanço para a organização das tarefas, sendo que as primeiras aplicações da técnica foram na indústria de manufaturados para programar o fluxo de produção (ICHIHARA, 1997). “[...] e foi posteriormente desenvolvida pelo U.S. *Navy Departament* nos anos 50, com o objetivo de atingir ou avaliar a taxa de fluxo de produtos acabados em uma linha de produção” (PRADO, 2002, p. 39).

O método da Linha de Balanço passou a ser utilizada no Brasil nos anos 70 e 80 para o planejamento de conjuntos habitacionais populares (ICHIHARA, 1997). Presentemente, esse método tem sido pesquisado para sua melhor adaptação na construção de edifícios altos. Não obstante ainda ser pouco utilizado no Brasil, o método da Linha de Balanço tem ganhado mais espaço entre os construtores devido à sua facilidade de elaboração e entendimento (PRADO, 2002; MATTOS, 2010).

O método da Linha de Balanço se insere no conceito de que as tarefas são repetidas inúmeras vezes ao longo de uma unidade de repetição. Essa metodologia apresenta com clareza os fluxos e ritmos da produção tendo como maior atrativo a visibilidade ao processo produtivo (MENDES JUNIOR, 1999; BERNARDES, 2001; PRADO, 2002).

Como se pode ver nessa ilustração sobre o conceito do método da Linha de Balanço:

Figura 6 - Linha de Balanço conceitual



Fonte: Mendes Junior (1999, p. 34)

A inclinação da linha caracteriza a produtividade, neste sentido, quando mais acentuada for a inclinação, maior será o fator da produtividade.

> O ritmo da Linhas de Balanço é a quantidade de tempo que cada equipe especializada leva para concluir uma unidade base, se representarmos a Linhas de Balanço como uma reta o ritmo é a inclinação dessa reta. Exemplo: se a equipe de instalações elétricas demora 15 dias para concluir as instalações de um pavimento, o ritmo dessa atividade é uma unidade a cada 15 dias [...] (PINHEIRO, 2019, p. 4).

Por meio da adoção do conceito da Linha de Balanço as tarefas seguirão ritmos de produção definidos, em projetos de construções lineares. Quando se faz uso desse método, diz-se que a produção está balanceada (MENDES JUNIOR, 1999; PRADO, 2002; MATTOS, 2010).

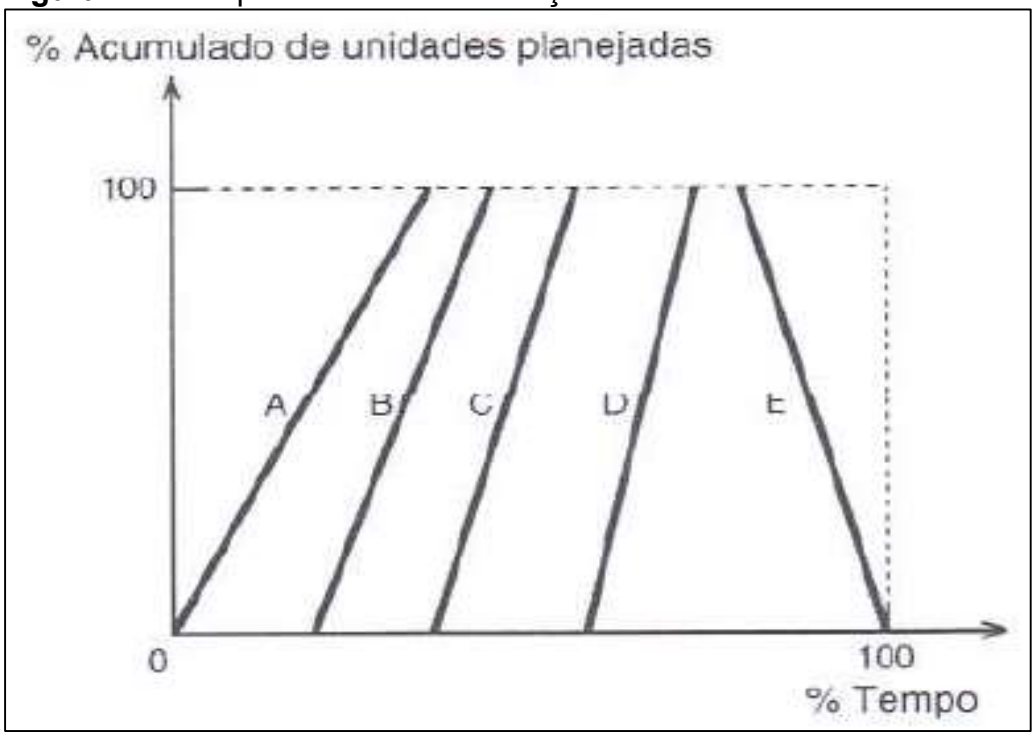
> [...] a unidade representativa pode ser obtida por meio de uma média ponderada entre o número de unidades de uma seção e a carga de trabalho que esta seção encerra. Na ponderação, tem maior peso a unidade que ocorre em maior frequência e/ ou possui maior carga de trabalho (PRADO, 2002, p. 39).

Contudo, Mendes Junior (1999) afirma que a determinação da unidade básica depende da dimensão do problema. Isso porque, a programação pode se

tornar minuciosa ao considerar como unidade de repetição a menor unidade repetitiva.

A maneira mais simples de se representar uma Linha de Balanço seria marcar sobre eixos cartesianos linhas, onde cada uma delas representam uma atividade e seu relativo fluxo de desenvolvimento (ICHIHARA, 1997; HERTHEL, 2015). O eixo das abcissas está à escala de tempo (períodos) enquanto no eixo das ordenadas temos o avanço acumulado de cada pacote, conforme apresentado exemplo da Figura 7.

Figura 7 - Exemplo de Linha de Balanço



Fonte: Limmer (1996)

A utilização da Linha de Balanço, nessa imagem, representada pelas letras A e B, é efetiva como técnica quando aplicado em empreendimentos com grande número de tarefas de repetições na obra. Com a aplicação do método da Linha de Balanço é possível verificar a redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo, sincronismo das atividades, além da transparência do processo produtivo. Como se dá essa aplicação é descrito na subseção abaixo.

2.4.1 Aplicação do método da Linha de Balanço

Como descrito anteriormente, a aplicação da Linha de Balanço alcança maior êxito quando empregada às atividades repetitivas. Esta ferramenta é usada na programação de longo prazo, ou seja, no início do planejamento da obra (HERTHEL, 2015).

Como exemplo de projetos onde a técnica pode ser aplicada estão os conjuntos habitacionais, blocos idênticos de um condomínio, edifícios com pavimentos idênticos (pavimentos tipo), rodovias, túneis, dutovias, obras de redes de água ou esgoto etc. (MENDES JUNIOR, 1999; PRADO, 2002).

Conforme Ana Beatriz Herthel, antes de aplicar essa técnica é preciso lembrar que: “O primeiro passo para iniciar sua aplicação, no entanto, é determinar qual será a unidade base a ser repetida, para que se possa realizar o planejamento” (HERTHEL, 2015, p. 33). A pesquisadora afirma ainda que:

> [...] No caso de obras de construção civil de múltiplos andares, é comum adotar-se a execução de pavimentos tipo como a unidade base de aplicação da Linha de Balanço, já que a utilização de unidades menores pode resultar num planejamento excessivamente detalhado e confuso [...] (HERTHEL, 2015, p. 33).

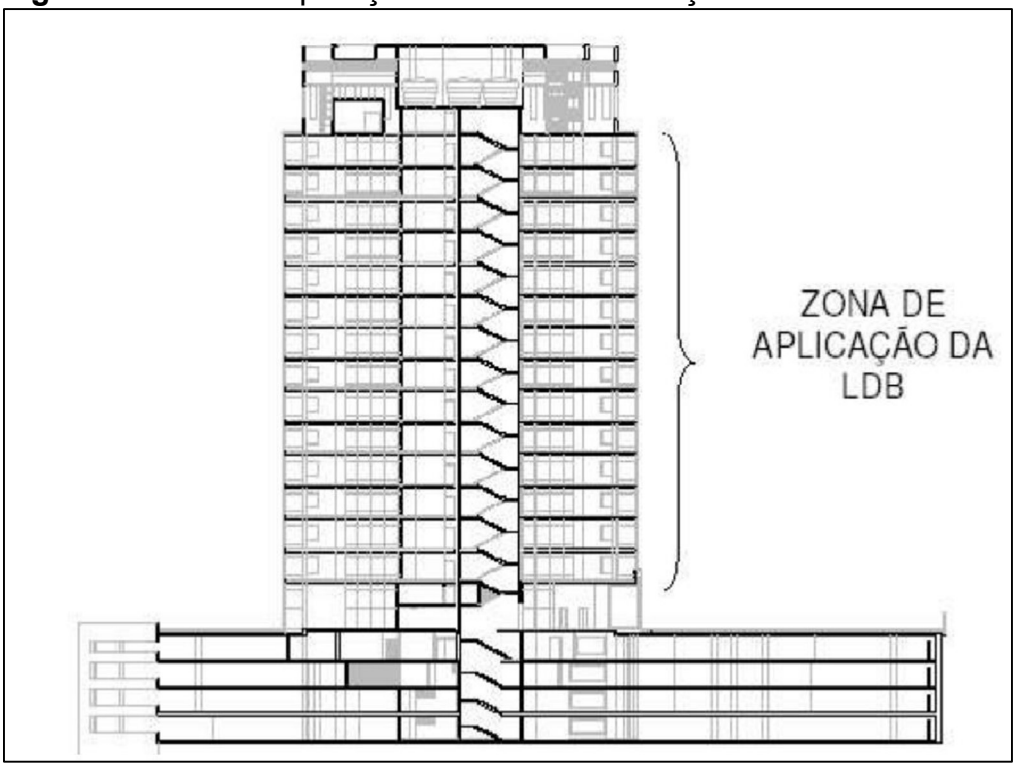
Entende-se que, devido aos muitos detalhes que essa ferramenta comporta o emprego da técnica para pequenos empreendimentos pode não ser tão eficaz, tendo em vista que não haverá tantas repetições. Áreas como subsolos, cobertura e áreas externas da edificação não são locais de melhor aplicação da Linha de Balanço, sendo necessária aplicação de outras técnicas de programação de suporte (HERTHEL, 2015; ICHIHARA, 1997).

No método da Linha de Balanço define-se uma unidade básica que será repetida e aplica-se um ritmo a ela. Por exemplo, em uma rodovia cada unidade base é caracterizada por quilômetro de obra. Igualmente, a unidade base de um edifício com pavimentos tipo, seria o pavimento tipo. “Após a determinação das unidades básicas, passa-se a um desmembramento em uma sequência de processos que serão repetidos em cada unidade” (PRADO, 2002, p. 39), que no caso de uma edificação com diversos pavimentos podem incluir levantamento da estrutura, revestimento das paredes, colocação de portas, pintura e outros.

A partir daí pode-se elaborar uma representação gráfica com todas as unidades básicas (HERTHEL, 2015).

A Figura 8 ilustra a zona mais comum de aplicação da Linha de Balanço.

Figura 8 - Zona de aplicação da Linha de Balanço



Fonte: Giaretta (2006)

Na compreensão de Mendes Junior (1999), Magalhães, Mello e Bandeira (2018), os passos para a aplicação do método da Linha de Balanço estão absolutamente relacionados com a tomada de decisões táticas ou operacionais que originam os principais fatores intervenientes na programação da construção. No nível tático, as principais definições estão relacionadas à seleção e aquisição de recursos que são necessários para atingir as finalidades do empreendimento, bem como a elaboração de um plano geral para o emprego destes recursos.

Mendes Junior (1996); Prado (2002) e Herthel (2015) recomendam a seguinte sequência de passos na aplicação do método da Linha de Balanço:

1) Determinar as atividades a serem programadas e suas precedências;

2) Obter as quantidades de serviços a executar;

3) Definir o quantitativo humano das equipes, a produtividade esperada e as durações das tarefas no pavimento tipo;

4) Definir o prazo da obra e datas (marcos) importantes;

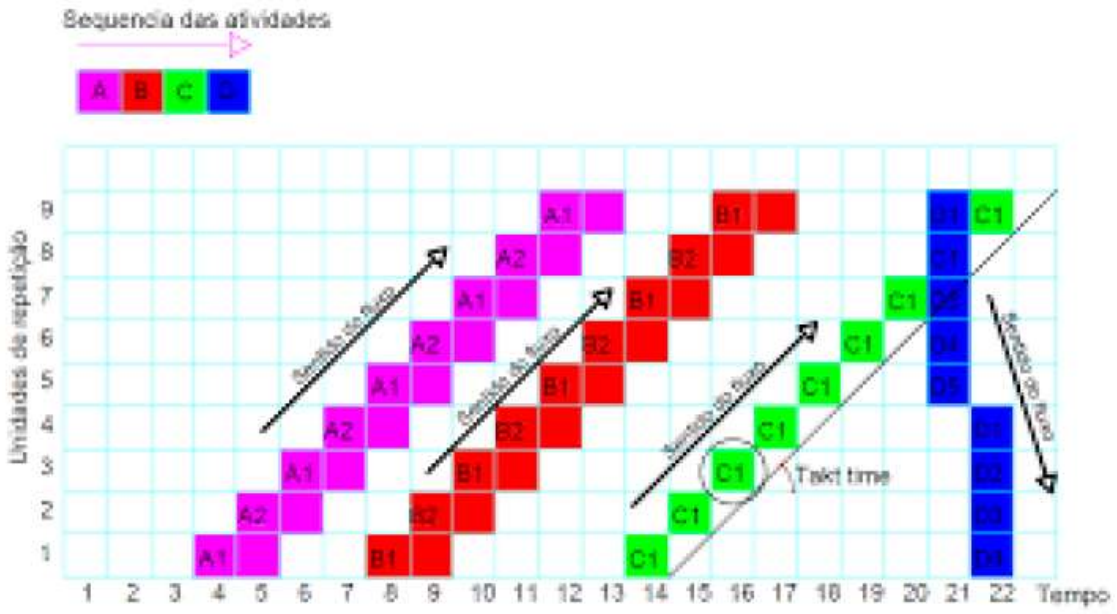
5) Programar as atividades, considerando uma equipe por atividade;

6) Modificar a programação para atender aos objetivos. Esta etapa pode ser realizada em conjunto com a 5 e sempre que preciso.

Dessa forma, quando se determina a unidade básica de aplicação da Linha de Balanço, devem-se definir as tarefas envolvidas na execução desta unidade, bem como as relações de dependências entre elas. Após deve-se levar em conta as quantidades de serviços a serem feitos no empreendimento e as mais diversas possibilidades de agregação de atividades. Depois segue o passo a passo até o item 6 (seis) quando se faz as modificações necessárias (PRADO, 2002; HERTHEL, 2015).

Por fim é gerado um gráfico, contendo as retas que representam o desenvolvimento das atividades ao longo do tempo e espaço da obra. A sequência executiva da Linha de Balanço também define os ritmos da obra. O Gráfico 3 mostra um exemplo de gráfico gerado pela aplicação da técnica Linha de Balanço:

Gráfico 3 - Exemplo de gráfico gerado pela aplicação da técnica de Linha de Balanço



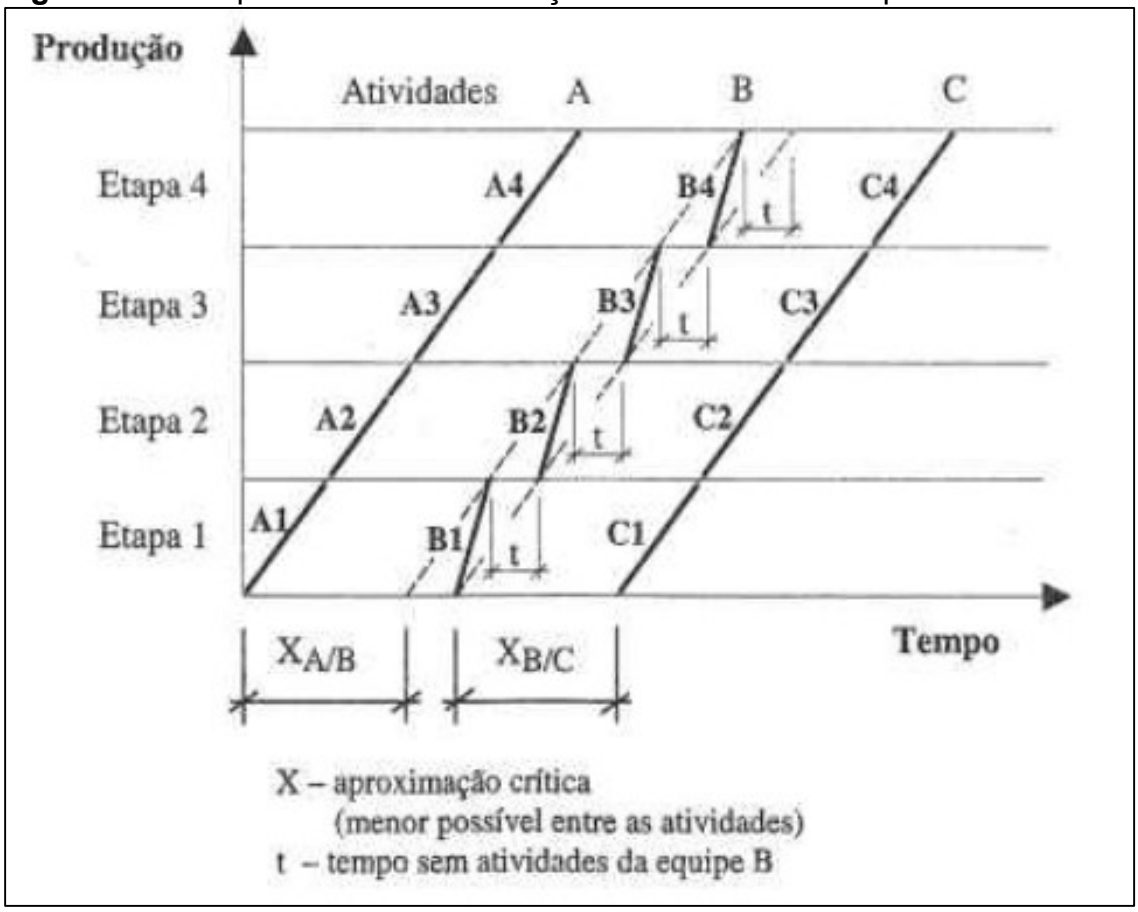
Fonte: Pinheiro (2019)

Nesse gráfico, o eixo vertical(y) representa o local em que a atividades está acontecendo e o eixo horizontal(x) corresponde ao tempo. Cada cor representa uma atividade a ser realizada, por exemplo, rosa, com a letra (A) representa a estrutura, o vermelho, letra (B) representa alvenaria, o verde, com

a letra (C) representa as instalações hidro sanitárias e, por fim, o azul, letra (D) corresponde as fachadas. Vale lembrar que a sequência a ser seguida deve lógica, por exemplo, o rosa, com a letra A, é a primeira, pois é a estrutura da edificação, depois o vermelho com a etapa da alvenaria e assim por diante. (PINHEIRO, 2019).

Analisando o desenvolvimento de cada atividade na Linha de balanço, percebe-se que as linhas têm diferentes inclinações e por diversos motivos, seja tecnológico ou por disponibilidade de recursos, uma tarefa é desenvolvida com maior tempo ou período que outras. Nessas situações pode-se trabalhar com diversas soluções, uma delas é a intervenção interrompida, onde a equipe de trabalho interrompe suas atividades por um determinado tempo (GEHBAUER *et al.,* 2002). Conforme ilustrado na Figura 9.

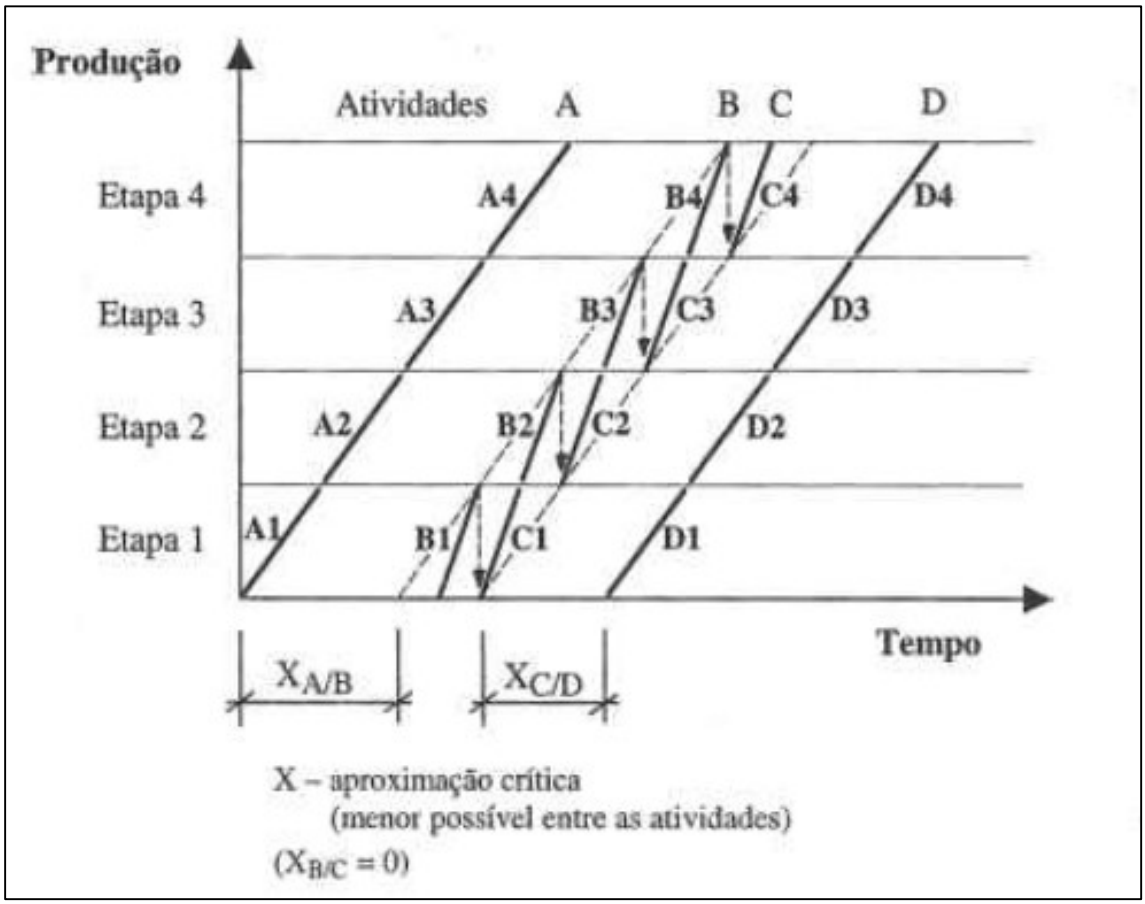
Figura 9 - Exemplo de Linha de Balanço com tarefas interrompidas



Fonte: Gehbauer *et al*. (2002)

Ou a intervenção com revezamento, que consiste na execução de duas ou mais tarefas consecutivas por uma mesma equipe polivalente conforme observado na Figura 10 (equipe B e C, no exemplo) (GEHBAUER *et al.,* 2002).

Figura 10 - Exemplo de Linha de Balanço com revezamento de tarefas

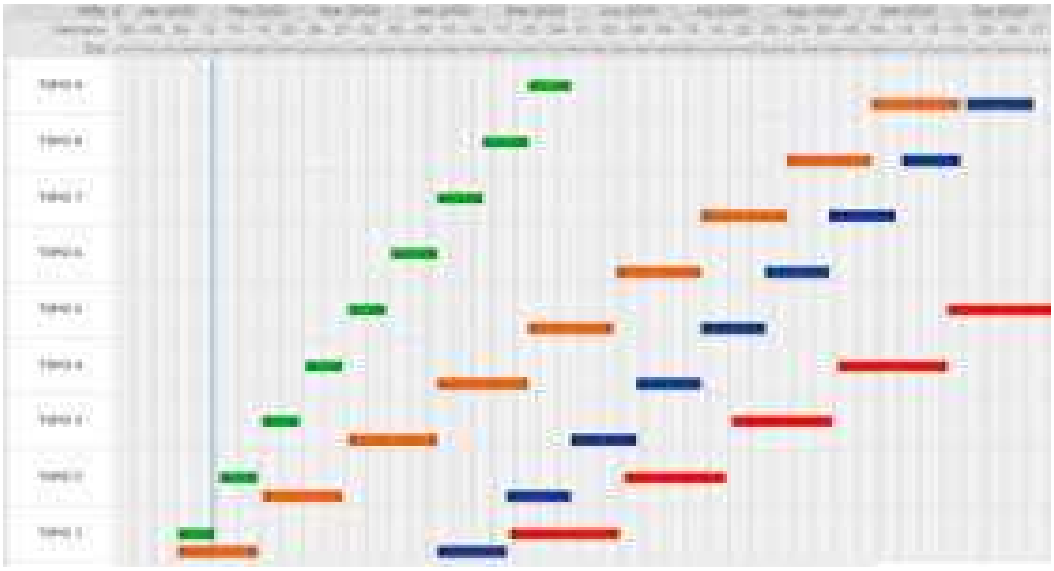


Fonte: Gehbauer *et al*. (2002)

Mendes Junior e Heineck (1997) ainda sugerem uma simplificação para esta metodologia: Programar primeiramente as atividades do caminho crítico. Neste caso, as atividades fora do caminho crítico terão que respeitar as datas já programadas.

A seguir, um exemplo de planejamento utilizando o método da Linha de Balanço, traduzido em gráfico.

Gráfico 4 - Modelo de Planejamento - Linha de Balanço



Fonte: Sienge (2020)[1]

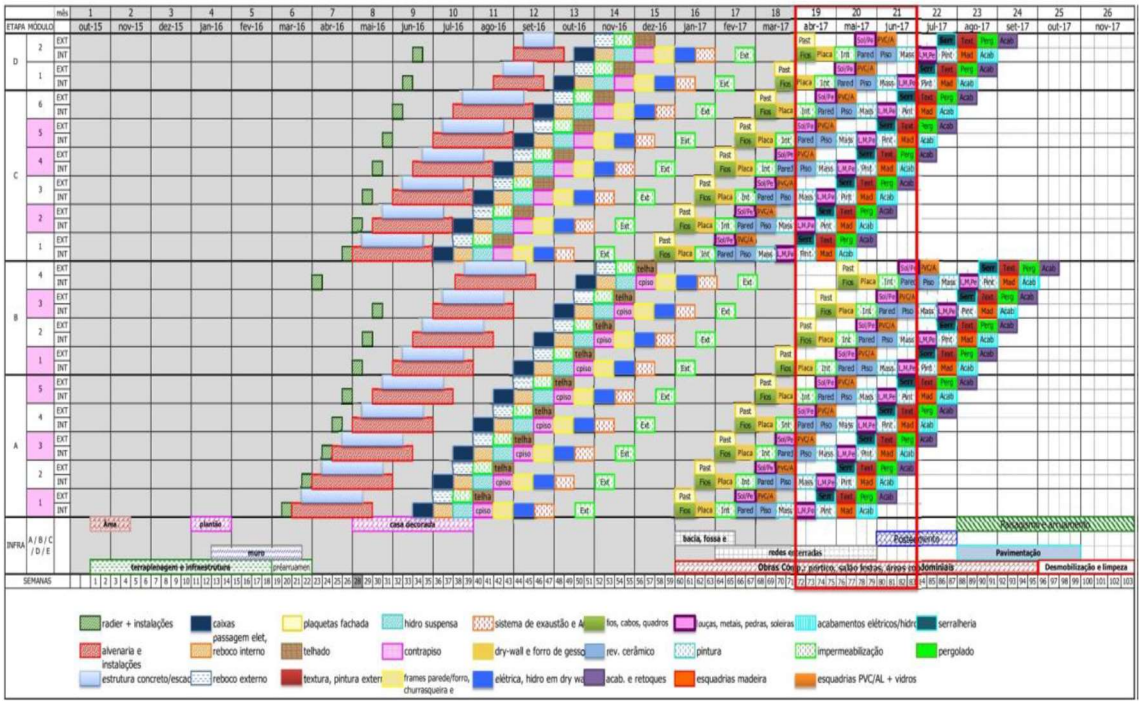
Esse exemplo foi desenvolvido com o software Excel, semelhante ao plano cartesiano, com linhas e colunas.

A título de informação, vale lembrar que outros softwares específicos podem ser utilizados no planejamento a longo prazo utilizando a Linha de Balanço, como o exemplo a seguir, no Gráfico 5. Nesse gráfico, a frente de trabalho 1 executaria os lotes de casas A e B, e a frente de trabalho 2 os lotes C e D. Os lotes E1, E2 e os acessos foram executados paralelamente aos lotes de casas (VARGAS, 2018). Com base nestas definições apresentadas, foi dado andamento a elaboração do plano dentro do software Vico Office. A Vico Office Suite é um ambiente orientado a construção 5D BIM que tem três componentes principais. Estes componentes são o cliente Vico Escritório (VOC), a Vico Project Server (VPS), e o Gerenciador de Licença Vico (VLM)[2].

[1] Modelo em Excel para Planejamento - 2020: Disponível em https://www.sienge.com.br/blog/linha-de-balanco-na-pratica/.

[2] O Software Vico Office. Disponível em: https://www.solvusoft.com/pt-br/file-extensions/software/trimble-inc/vico-office-suite/.

Gráfico 5 - Linha de Balanço referente ao plano de longo prazo do Empreendimento E1



Fonte: Vargas (2018, p. 91)

Nesse gráfico foram inseridas as tarefas segundo a Linha de Balanço, e também foram vinculados os componentes da estrutura de custo a cada uma dessas tarefas.

2.5 Vantagens e desvantagens da Linha de Balanço

A grande vantagem apresentada pela Linha de Balanço se refere à sua facilidade de manuseio, principalmente no âmbito do canteiro de obras, pois demonstra ser uma ferramenta que possibilita fornecer informações que sejam claras, objetivas e de fácil entendimento.

> É uma técnica muito usada em projetos com atividades repetitivas, como estradas, obras de rede de água esgoto, conjunto habitacionais e edifícios e túneis sendo que por um período da obra eles têm tarefas iguais que serão realizadas repetitivamente (MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p. 23).

Vale salientar que a grande vantagem da utilização do método da Linha de Balanço corresponde à alimentação gráfica por permitir uma celeridade muito grande na manipulação das informações constituindo uma forte ferramenta de comunicação dentro do canteiro (MENDES JUNIOR, 1999; MATTOS, 2010).

Sobre a vantagem da aplicação do método da Linha de Balanço, pode-se ler:

> [...] a Linha de Balanço é capaz de simular centenas de dependências entre atividades de diferentes pavimentos, o que torna a rede de precedências global de um edifício menos complexa e a análise de alternativas de programação e reprogramação mais prática, flexível e eficiente (PRADO, 2002, p. 42).

É por essa razão que muitos autores, utilizados nessa revisão, sugerem a aplicação da técnica de Linha de Balanço para a programação de obras lineares, com atividades repetidas.

Quanto às desvantagens do método da Linha de Balanço, deve-se pontuar que ele apresenta grandes dificuldades na alimentação de simulações de condições de suporte ou de alternativas de cursos de ação. A esse respeito, Silva e Guelpa (1993, p. 42) afirmam que “aplicação deve ser considerada para ciclos de produção estáveis, quando o sistema de programação têm suas análises de risco suportadas por outras técnicas”.

Prado (2002, p. 42) também cita outra desvantagem da Linha de Balanço no que correspondia à adequação para sua utilização em computadores, “uma vez que os diversos modelos computacionais propostos impõem algum tipo de limitação no uso da metodologia” (PRADO, 2002, p, 42). Esse problema deixou de existir com as atualizações dos softwares como Excel, por exemplo, que possibilita o planejamento feito com o método Linha de Balanço.

Ainda, como entraves para a aplicação da técnica da Linha de Balanço citam-se:

> - Variabilidade acentuada das durações das atividades e do tamanho das equipes devido à falta de padronização dos serviços e de uniformidade de projetos.
> - Por conta dessa variabilidade, a definição das durações e tamanho de equipes se torna subjetiva;
> - Projetos que não levam em conta aspectos de construtibilidade que facilitaria a programação de obra;

> - Inadequação dos programas de orçamentos e controle de obras com a realidade do canteiro e com a metodologia da Linha de Balanço (ALVES *et al*., 1996 *apud* PRADO, 2002, p. 43).

O Quadro 1 apresenta os pontos positivos e negativos do método da linha de Balanço:

Quadro 1 - Avaliação do Método da Linha de Balanço

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA LINHA DE BALANÇO		
Critérios	**Pontos Positivos**	**Pontos Negativos**
Aplicabilidade	Etapas de produção	Etapas de desenvolvimento de projeto
Abrangência	Situações repetitivas	Situações não-determinísticas ou não repetitivas
Implementação	Simples, requer apenas o preparo do ciclo de produção.	
Atualização	Requer somente o controle da produção acumulada	Requer a atualização dos gráficos
Flexibilidade	Alocação de recursos	Requer ciclos de produção fixos, alterações nos métodos de execução implicam na re-elaboração do conjunto de gráficos
Custo	Dados processados de forma simples, baixo custo operacional	Frequente atualização dos gráficos
Parâmetros Ressaltados	Orientação para o tempo de execução das frentes de produção	
Sensibilidade		Não tem condições de simular alternativas
Relatórios Específicos	Ressalta frentes de produção com desempenho problemático.	

Fonte: Adaptado de Mendes Junior (1996), Ichihara (1997), Mendes Junior (1999), Prado (2002), Herthel (2015)

A literatura mostrou que a aplicação do método da Linha de Balanço possui mais vantagens do que desvantagem quando do planejamento de uma obra. Um plano para o empreendimento, objeto desse estudo, com a utilização desse método Linha de Balanço estará no capítulo de análise e discussão dos resultados.

2.6 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A sistemática mais aplicada para eleger as tarefas de um planejamento é estruturando em níveis hierárquicos a decomposição do empreendimento em pacotes de trabalho gradualmente menores, facilitando o controle e/ou correção das inúmeras atividades, essa sistemática denomina-se Estrutura Analítica do Projeto (EAP) (MATTOS, 2019).

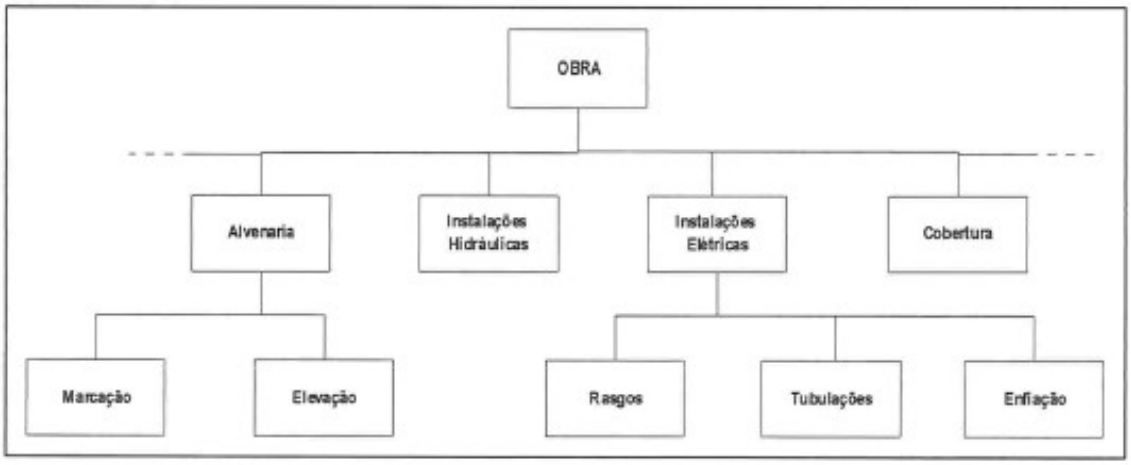
O planejamento das atividades de um empreendimento é a metodologia empregada nas etapas de construção, esse processo acontece em vários ciclos. Por meio de inúmeros estudos, simulações e detalhamentos que será obtido um plano satisfatório otimizando a construção (GEHBAUER *et al.*, 2002).

Alguns autores chamam a EAP de Plano de Contas de Construção, como Goldman (2004) que ressaltou a organização para identificar os recursos (materiais, mão de obra, equipamentos) necessários para bem executar um empreendimento complexo como fundamento para o planejamento e controle de obra. Nesse contexto é indispensável um plano discriminado para organizar as diversas etapas de execução, abrangendo toda a construção. Essa organização chama-se Plano de Contas de Construção.

Por fim, denominado por Limmer (1996) “Estrutura Analítica de Partição do Projeto – EAP” originado do termo em inglês *Work Breakdown Structure* (*WBS*) é a padronização de forma hierarquizada das metas adotadas para o plano de obra.

De acordo com Bernardes (2001) a *WBS* é uma estrutura de análise da obra em técnicas, estabelecendo atividades que são decompostas, sua preparação deve ser realizada simultaneamente com o estudo das zonas de trabalho pertinentes as equipes de produção, com a finalidade de zoneamento.

Figura 11 - Exemplo de uma EAP (WBS)



Fonte: Formoso *et al*. (1999)

Uma EAP é constituída das seguintes características:

> - É uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto para atingir seus objetivos e entregas necessárias.
> - Organiza e define o escopo total do projeto.
> - Subdivide o trabalho do projeto em partes menores e mais facilmente gerenciáveis.
> - Facilita agendar, estimar custos, monitorar e controlar o trabalho planejado.
> - Representa o trabalho especificado na declaração do escopo do projeto.
> - Seus componentes auxiliam as partes interessadas a visualizar as entregas.
> - É normalmente constituída por três níveis hierárquicos, mas esse número não é apropriado para todas as situações (LAGE; MARTINS, 2014, p. 6).

Quanto ao detalhamento de uma EAP, sempre se deve levar em consideração o tamanho e a complexidade de cada projeto (LAGE; MARTINS, 2014). Deve-se também, notar as reais possibilidades do empreendimento.

A fundamentação teórica apresentada nesse estudo, principalmente ao que concerne a Linha de Balanço, servirá como base para elaboração dos próximos capítulos.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo apresenta os procedimentos metodológicos empregados para o desenvolvimento e aplicação do planejamento utilizando a metodologia da Linha de Balanço. Para cumprir o objetivo geral deste trabalho, primeiramente encontra-se a caracterização da pesquisa e na sequência será apresentado o empreendimento objeto de estudo, o desenvolvimento da sua EAP, e a Linha de Balanço.

3.1 Característica da pesquisa

Essa pesquisa se caracteriza como sendo uma pesquisa de natureza exploratória quanto à base conceitual e um estudo de caso quanto a realização dos objetivos. Pesquisas com essas características fornecem uma análise do contexto e processos que respondem as questões formuladas no estudo. Sobre pesquisas com essas características (GIL, 2010, p. 27).

Quanto ao método de pesquisa, essa se divide em revisão bibliográfica e estudo de caso. Para elaboração do capitulo da fundamentação teórica, que possibilitou a descrição e apresentação de metodologias de gerenciamento, planejamento e projetos de obras e o método da Linha de Balanço, realizou-se uma pesquisa no Google Acadêmico e sites especializados no tema. Buscou-se o material bibliográfico em artigos científicos, dissertações, teses bem como dados e informações a respeito do tema, disponíveis na Internet.

Já para concretização do estudo de caso, os dados empíricos foram coletados na obra descrita no estudo de caso. De acordo com Cervo e Bervian (2005), o estudo de caso permite uma verificação da prática em relação à teoria estudada em sala de aula. Desse modo, foi possível empregar, na prática, a ferramenta Linha de Balanço.

3.2 Estudo de caso

O empreendimento que, objeto desse estudo de caso, é um edifício misto localizado em Ilhéus/BA, com 02 (duas) torres residenciais multifamiliar, suportadas por embasamento único contendo garagem rotativa, além de

comércio e serviços localizados entre os pavimentos (térreo, garagens e *playground*).

Figura 12 - Imagem aérea do local do empreendimento

Fonte: Google Maps (2022)[3]

A imagem mostra o local onde está situado o empreendimento na Avenida Tancredo Neves, S/ Nº Área 01, Km 04, Sítio Brasil, no bairro Nossa Senhora da Vitória.

A edificação possui 15 (quinze) pavimentos, sendo 03 (três) pavimentos de garagem, 01 (um) pavimento *playground*, 01 (um) 1º Pavimento diferenciado, 10 (dez) pavimentos tipo. É composto por 338 unidades privativas, sendo 19 (dezenove) unidades do tipo comercial com 11 (onze) lojas, lavanderia, bar, apoio de piscina, restaurante, *coworking* (espaço físico que pode ser compartilhado por várias empresas, *freelances* e profissionais liberais), salão de beleza, SPA e whiskeria) e 319 (trezentos e dezenove) unidades do tipo

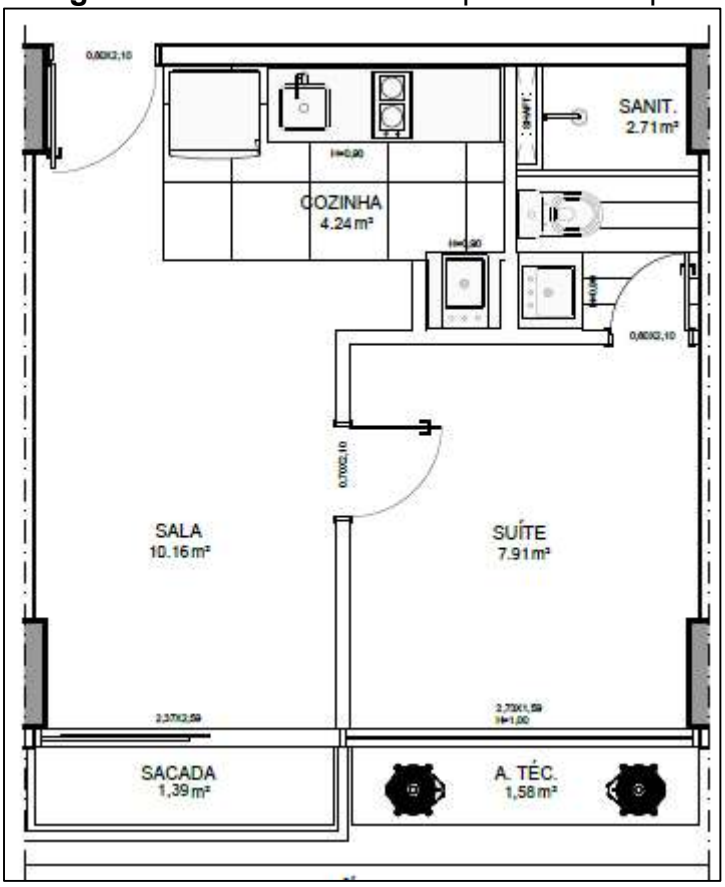
[3] Endereço eletrônico da imagem: https://www.google.com.br/maps/dir//Coutos,+Ilh%C3%A9us+-+BA/@-14.8497199,-39.0255629,1310m/data=!3m1!1e3!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x739a41bf70fd68f:0xdfca479e6ae04b5c!2m2!1d-39.1023228!2d-14.8910288!3e0.

residencial, além de diversas áreas comuns a todos os condôminos, como *Fitness* e *Pet Place*.

O empreendimento conta com 2 (duas) torres residenciais multifamiliar, sendo a torre 01 (um) contendo 20 (vinte) apartamentos por pavimento e a Torre 02 (dois) contendo 9 (nove) apartamentos por pavimento. O mesmo possui área construída coberta de 19.495,13 m², e área construída descoberta de 2.227,50 m², totalizando 21.722,63 metros quadrados construídos.

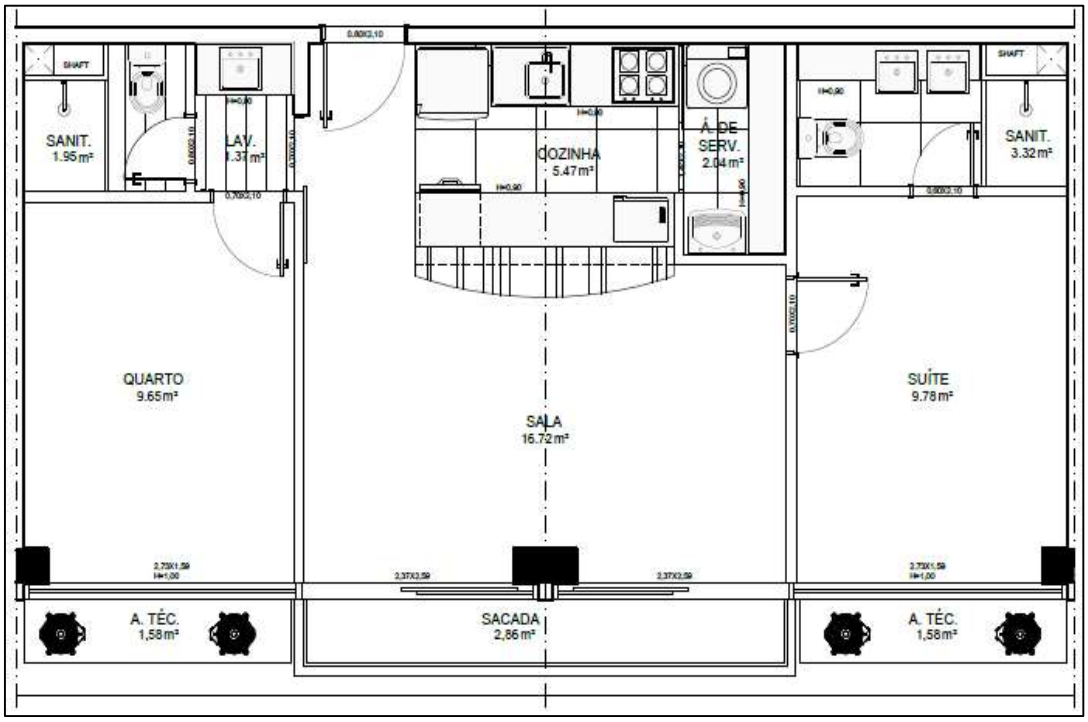
As unidades residenciais são apartamentos do tipo quarto/sala com áreas privativas totais reais que vão de 32 a 40 m². O empreendimento oferece a opção de adquirir 2 (duas) unidades e transformá-las em apartamentos de 2 (dois) dormitórios, conforme a exibido na Figura 13 e Figura 14, respectivamente.

Figura 13 - Planta Baixa do apartamento tipo



Fonte: Acervo do pesquisador (2022)

Figura 14 - Planta Baixa do apartamento de 2 (dois) dormitórios com suíte



Fonte: Acervo do pesquisador (2022)

O empreendimento já está com o projeto legal aprovado junto à prefeitura e o processo de registro da incorporação imobiliária concluída. Os projetos estão em fase de finalização do processo de compatibilização com auxílio da ferramenta BIM possibilitando o início dos detalhamentos necessários para os projetos executivos.

No estudo de caso que está sendo desenvolvido nesse trabalho, será realizado o planejamento utilizando o método “Linha de Balanço”, em um empreendimento localizado no sul da Bahia, cidade de Ilhéus. É nesse município que se encontra a sede da empresa incorporadora e construtora em que o pesquisador trabalha há mais de 1 (um) ano.

A empresa construtora responsável pela obra foi fundada na cidade de Florianópolis/SC em janeiro de 2020. A incorporadora encontrou mercado e ganhou vida na cidade de Ilhéus/BA, inicialmente executando administração e responsabilidade técnica de execução para casas de alto padrão, enquanto se estruturava e desenvolvia estudos e projetos para iniciar sua primeira obra, que é o objeto deste estudo.

A empresa vem se estruturando durante quase um ano para essa sua primeira incorporação e este desafio com mais de 21 (vinte e um) mil metros quadrados construídos. Para tanto vem reforçando sua equipe de gestão e líderes, tanto no administrativo quanto na produção.

A incorporadora busca sempre avaliar propostas de empreitada, mas por perfil, prefere, sempre que possível e viável financeiramente, trabalhar com mão de obra própria. A empresa terceiriza alguns serviços específicos, como: impermeabilização, serviços com gesso, instalações de esquadrias, pintura, entre outros.

3.3 Desenvolvimento do EAP do empreendimento

Para dar início ao planejamento precisa-se particionar o projeto de forma lógica e analítica, estruturando de forma hierárquica essa decomposição do empreendimento em pacotes de trabalho que nos permitam melhor analisar, dimensionar, acompanhar e controlar seu desenvolvimento.

Segundo Limmer (1996), essa partição deve ser modelada para cada projeto, e sua aplicação depende da qualidade das informações disponíveis sobre o mesmo. Como exemplo, tendo por base os elementos físicos do projeto, tem-se a EAP em quatro níveis:

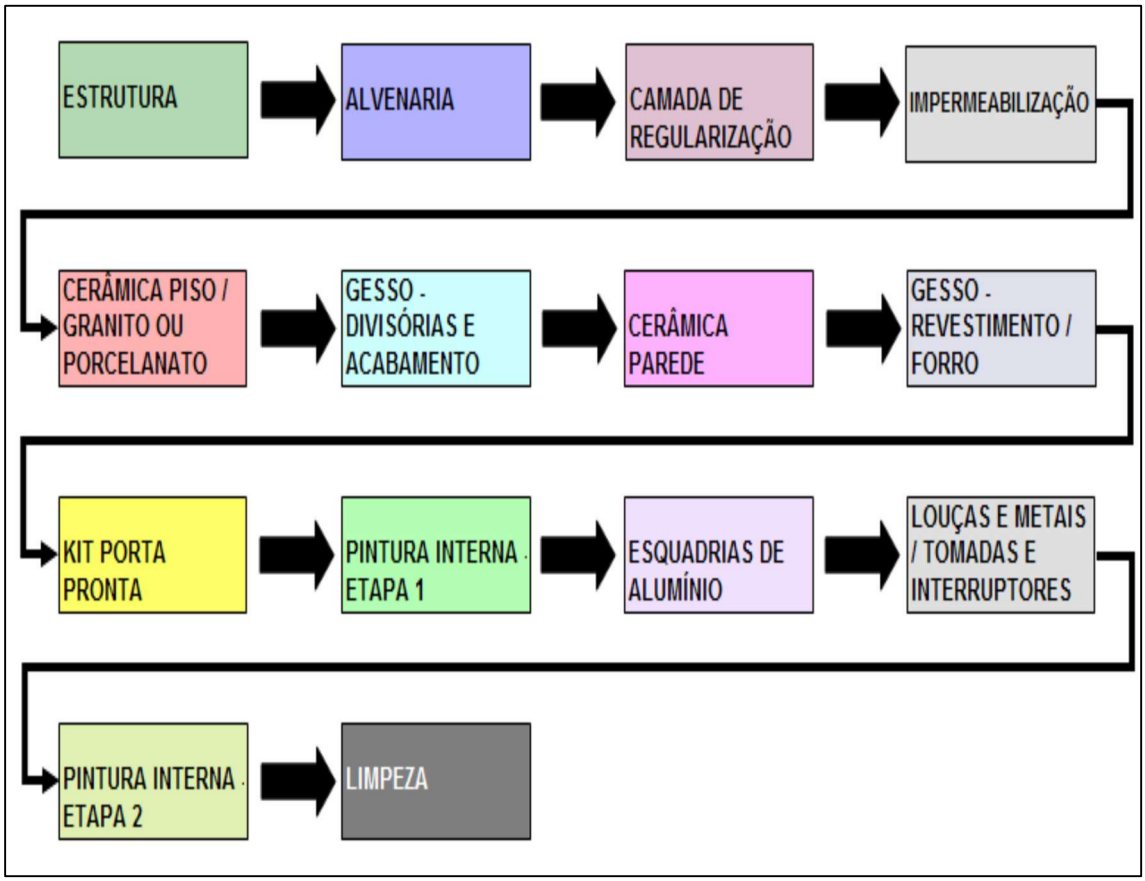
- 1º Nível: Área física;
- 2º Nível: Item principal;
- 3º Nível: Sistema;
- 4º Nível: Pacote de trabalho.

Esses pacotes de trabalho podem ainda ser analisados como uma ou mais tarefas e a partir dessas tarefas é possível desenvolver o sequenciamento ou procedimento de construção. Essa rede de atividades para um pavimento pode-se observar na Figura 15, incluindo informações de duração chama-se plano de ataque (KEMMER, 2006).

O plano de ataque depende das particularidades de cada empreendimento, do prazo, da metodologia de construção adotada, das condições climáticas, da programação e disponibilidade de recursos disponíveis. Para as tarefas onde o processo produtivo não é determinante para o

sequenciamento, é fundamental a participação dos gerentes de produção para auxiliar essa definição (FERREIRA; FRANCO, 1998; KEMMER, 2006).

Figura 15 – Exemplo de uma rede básica de serviços



Fonte: Adaptado de Kemmer (2006)

3.4 Planejamento a longo prazo

Diante da estrutura macro EAP e da estrutura de rede básica desenvolvida para um pavimento tipo, é possível calcular as durações mínimas necessárias para execução de cada atividade (PINHEIRO, 2019), com auxílio de uma planilha utilizando as produtividades médias já alcançadas pela empresa e outras buscadas na bibliografia.

De acordo com Limmer (1996), a duração de cada atividade é dada pela razão entre a quantidade de serviço pela produtividade da equipe que irá executar, assumindo disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos e demais recursos necessários) conforme fórmula a seguir:

$$Duração = \frac{Quatidade\ de\ serviço}{Produtividade} \quad (1.1)$$

3.4.1 Planejamento utilizando a técnica da Linha de Balanço

De acordo Mendes Junior 1999 e já apresentado na seção 2.4.1 a metodologia até aqui apresentada cumpriu os 3 (três) primeiros passos necessários para execução da Linha de Balanço:

1) Determinar as atividades (...) = A EAP e a rede básica de serviços cumprem esse passo.
2) Obter as quantidades dos serviços (...) = informações obtidas da empresa responsável pelo empreendimento.
3) Definir o quantitativo humano (...) = cálculo das durações.

Todas as informações coletadas e/ou calculadas serão compiladas para apresentação e contribuição das equipes de engenharia e líderes de produção. Nessa troca obtém-se as informações do 4º (quarto) passo, definição do prazo de obra e datas (marcos) importantes.

Por fim possibilita a execução dos demais passos que são programar as atividades e analisar os ritmos e fluxos de produção, para isso a sobreposição dos planos de ataque de todos os pavimentos, respeitando as premissas da tecnologia da construção, e respeitando também a programação não paralela, ou seja, apenas 1 (uma) equipe previamente estimada para cumprir cada etapa, resulta no planejamento no formato de Linha de Balanço.

Esse planejamento a longo prazo está descrito no capítulo 4.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o auxílio de planilhas eletrônicas foram desenvolvidos os passos necessários para alcançar o objetivo desse estudo de caso, visando desenvolver o planejamento de longo prazo utilizando a técnica de Linha de Balanço para o empreendimento desse estudo.

4.1 Determinação das atividades a serem programadas e suas durações

O primeiro passo para o planejamento é identificar as tarefas (pacotes de trabalho) que serão submetidas à metodologia. Para isso, é imperativo particionar o projeto em tarefas que possibilitem analisar, dimensionar e controlar a evolução do projeto, como foi realizado no empreendimento, objeto desse estudo.

De forma macro foi possível iniciar dividindo o projeto em 5 grupos:

- Serviços iniciais;
- Embasamento;
- Torre 01;
- Torre 02;
- Complementação de obra.

As etapas Embasamento, Torre 01 e 02 seguem seccionando nos seus respectivos pavimentos, enquanto os Serviços iniciais e a Complementação de obra partem diretamente para os desdobramentos dos pacotes de trabalho conforme se pode observar no Quadro 2.

Quadro 2 - Início da construção da EAP do empreendimento

EAP - Terreno 01
1 Serviços iniciais
1.1 Instalação do canteiro de obra
1.2 Infraestrutura
2 Embasamento
2.1 Garagem 01
2.2 Garagem 02
2.3 Garagem 03
2.4 Playground
3 Torre 01
3.1 1º Pavimento
3.2 Pavimentos Tipo
3.3 Cobertura
3.4 Reservatórios
4 Torre 02
4.1 1º Pavimento
4.2 Pavimentos Tipo
4.3 Cobertura
4.4 Reservatórios
5 Complementação de obra
5.1 Muros, Grades e Portões
5.2 Acessos e Passeio
5.3 Instalação de equipamentos das áreas comum
5.4 Paisagismo e Comunicação visual
5.5 Mobiliário
5.6 Check list e Limpeza final de obra

Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

Definida a estrutura hierárquica macro e o método construtivo convencional (informação extraída dos projetos), em estrutura de concreto armado e vedação com blocos cerâmicos, passa-se então a particionar os pacotes de trabalho. Cada um desses irá para uma unidade básica, nesse caso, o pavimento tipo conforme se pode observar no Quadro 3.

Quadro 3 - Pacotes de trabalho do pavimento tipo do empreendimento

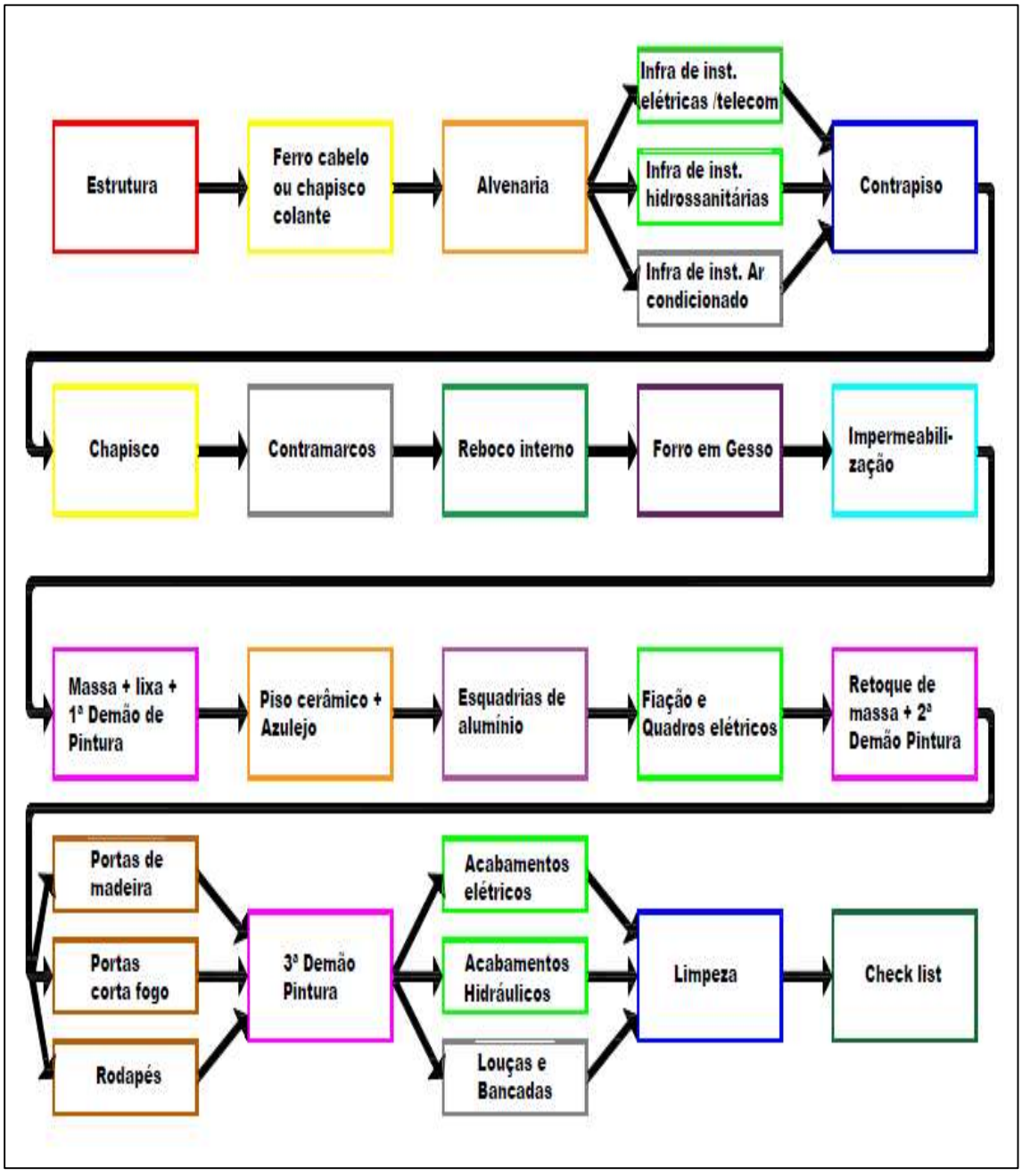
EAP - Pacotes de trabalho
1 Estrutura
2 Paredes e divisórias
3 Instalações embutidas
4 Revestimentos argamassados
5 Revestimento de teto em gesso
6 Impermeabilizações
7 Pintura
8 Revestimentos cerâmicos em pisos e paredes
9 Esquadrias de alumínio
10 Quadros elétricos
11 Portas
12 Rodapés
13 Acabamentos elétricos, hidráulicos, louças e bancadas
14 Limpeza e check list

Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

A representação em cores dessa EAP pode ser visualizada na Tabela 4.

Para o empreendimento em estudo, seccionar alguns pacotes de trabalho otimiza o sequenciamento lógico das práticas construtivas. Além disso, esse seccionamento aperfeiçoa as equipes de produção e facilita o posterior controle das atividades, conforme mostra o diagrama de rede da Figura 16.

Figura 16 - Rede básica de serviços elaborada para o estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

De acordo com a fórmula (1.1) apresentada por Limmer (1996) é possível calcular as durações mínimas de cada atividade, a Tabela 3 apresenta de forma parcial o cálculo para o pavimento Tipo da Torre 01 do empreendimento em estudo. A tabela completa, bem como as demais tabelas para os outros pavimentos e demais Torre 02 estão disponíveis no apêndice A desse trabalho.

Tabela 3 - Tabela parcial do cálculo das durações mínimas para pavimento Tipo da Torre 01

DURAÇÕES CALCULADAS DAS TAREFAS PARA PAVIMENTO TIPO DA TORRE 01							
Pacotes de trabalho		**Qtd**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima para equipe adotada**	**Duração adotada (Dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**11**
	Forma de Pilares	264,84	0,89	26,77	15	1,78	
	Forma de Viga	652,00	0,65	48,10	15	3,21	
	Forma de escadas	33,49	4,22	16,08	15	1,07	
	Forma de laje	654,60	0,43	32,19	15	2,15	
	Total Formas			**123,14**		**8,2**	
	Armação de pilar e viga	16.276,37	0,07	121,95	15	8,13	
	Armação de escada	216,42	0,10	2,55	15	0,17	
	Armação de laje	5.054,81	0,04	25,25	15	1,68	
	Total Armação			**149,75**		**10,0**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9	762,58	1	86,66	15	5,78	
	Alvenaria 11,5	276,86	1	31,46	15	2,10	
	Alvenaria 14	920,11	0,74	77,37	15	5,16	
	Vergas e contravergas	45,52	2	10,34	15	0,69	
	Total alvenaria			**205,84**		**14**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**5**
	Regularização	631,3	0,40	28,70	7	4,10	
	Escadas	33,64	0,42	1,62	7	0,23	
	Total Contrapiso			**30,32**		**4,3**	
Chapisco		3.257,68	0,10	37,02	8	4,63	**5**
Reboco interno		3.257,68	0,60	222,05	15	14,8	**15**
Forro em Gesso							**10**
	Forro em gesso acartonado	631,30	0,67	48,06	7	6,87	
	Tabica	426,80	0,15	7,28	7	1,04	
	Total Forro			**55,34**		**7,9**	
Impermeabilizações							**5**
	Manta asfáltica	101,64	1,00	11,55	5	2,31	
	Pintura semiflexível	80,22	0,50	7,28	5	0,91	
	Pintura Flexível	147,33	0,40	6,70	5	1,34	
	Total impermeabilizações			**22,80**		**4,6**	

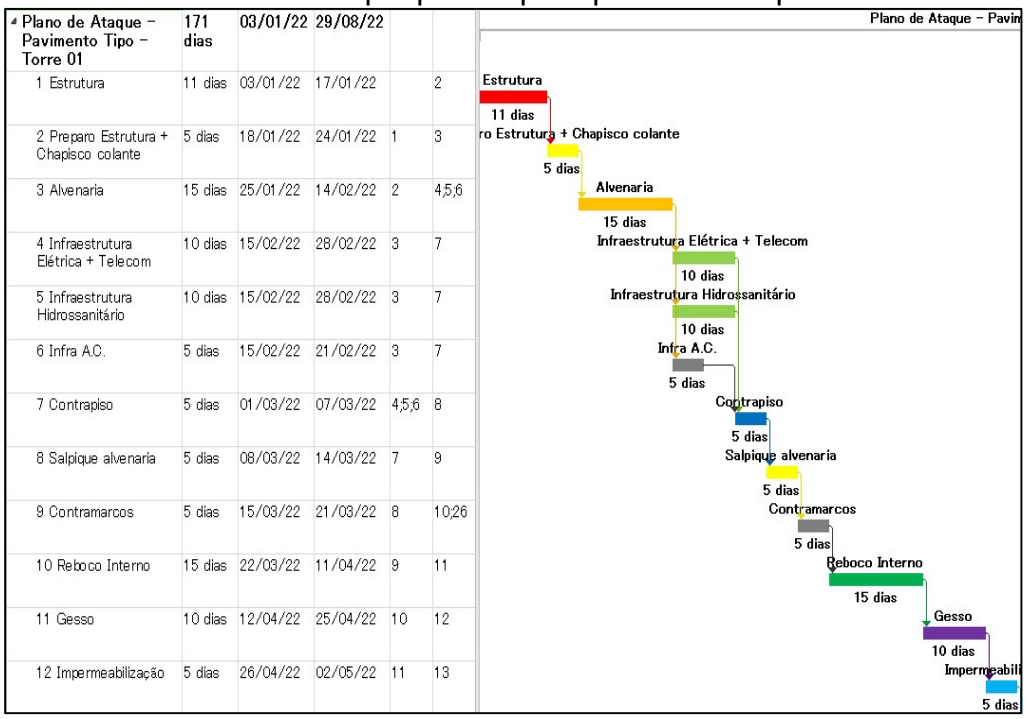
Massa, lixação e 1ª demão de pintura							**10**
	Selador p/ pintura	33,64	0,15	0,57	10	0,06	
	Selador e massa	2.829,12	0,30	96,45	10	9,64	
	Selador p/ textura	155,46	0,15	2,65	10	0,26	
	Total pintura			**99,67**		**10,0**	
Piso cerâmico e Azulejo							**15**
	Azulejo	904,41	0,61	62,69	8	7,84	
	Tratamento de junta	6,12	1,88	1,31	8	0,16	
	Piso cerâmico	56,40	0,69	4,42	8	0,55	
	Piso porcelanato	574,90	0,69	45,08	8	5,63	
	Total piso e azulejo			**113,50**		**14,2**	
Esquadrias							**10**
Fiação e quadros elétricos							**10**
2ª demão de pintura							**15**
	Pintura sem massa	33,64	0,25	0,96	10	0,10	
	Retoque massa e pintura	2.829,12	0,40	128,60	10	12,86	
	Textura	155,45	0,20	3,53	10	0,35	
	Total pintura			**133,08**		**13,3**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	150,80	0,09	1,47	1	1,47	
	Poliestireno	227,80	0,10	2,71	1	2,71	
	Total pintura			**4,18**		**4,18**	
Retoque de pintura							**5**
Acab. Elétricos e hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check list							**5**

Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

A partir das durações adotadas e da rede básica de serviços, foram desenvolvidos então, o plano de ataque para o pavimento tipo da Torre 01 e Torre 02, conforme exemplo apresentado no Gráfico 4. Os planos de ataque completo dos dois pavimentos estão disponíveis no apêndice B desse trabalho.

A seguir, o plano de ataque que foi desenvolvido utilizando a ferramenta do Gráfico de Gantt. Nele pode-se observar o avanço de cada atividade, porém não se trata do projeto como um todo e sim de uma partição (pavimentos, nesse caso).

Gráfico 6 - Plano de ataque parcial para pavimento Tipo da Torre 01



	Plano de Ataque – Pavimento Tipo – Torre 01	171 dias	03/01/22	29/08/22		
1	Estrutura	11 dias	03/01/22	17/01/22		2
2	Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	18/01/22	24/01/22	1	3
3	Alvenaria	15 dias	25/01/22	14/02/22	2	4;5;6
4	Infraestrutura Elétrica + Telecom	10 dias	15/02/22	28/02/22	3	7
5	Infraestrutura Hidrossanitário	10 dias	15/02/22	28/02/22	3	7
6	Infra A.C.	5 dias	15/02/22	21/02/22	3	7
7	Contrapiso	5 dias	01/03/22	07/03/22	4;5;6	8
8	Salpique alvenaria	5 dias	08/03/22	14/03/22	7	9
9	Contramarcos	5 dias	15/03/22	21/03/22	8	10;26
10	Reboco Interno	15 dias	22/03/22	11/04/22	9	11
11	Gesso	10 dias	12/04/22	25/04/22	10	12
12	Impermeabilização	5 dias	26/04/22	02/05/22	11	13

Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

De posse das informações das durações das atividades e da rede básica de serviços, assim como o plano de ataque é possível desenvolver uma tabela com as quantidades, equipes calculadas[4] e durações de cada tarefa para todos os pavimentos. Essas informações são apresentadas na Tabela 4. A tabela completa com o plano de ataque encontra-se no apêndice C desse trabalho.

[4] Cabe informar que foram generalizados os profissionais de cada equipe, não estando separados por função.

Tabela 4 - Tabela parcial com informações resumidas de todos os pavimentos

	PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO - DURAÇÃO DAS ATIVIDADES										REV.0 23/06/2022
Nº		PREDECES.	1º PAV. T01			TIPO T01 (10X)			COBERTURA T01			[...]
			Qtd	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Qtd	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Qtd	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	
1	ESTRUTURA			30	13		30	11		30	10	
2	PREPARO ESTRUTURA + CHAPISCO COLANTE	1			5			5				
3	ALVENARIA	2	2088	15	15	1960	15	15	489	7	10	
4	INFRAESTRUTURA ELÉTRICA + TELECOM	3			10			10			5	
5	INFRAESTRUTURA HIDROSSANITÁRIO	3			10			10			5	
6	INFRA AR CONDICIONADO	3			5			5				
7	CONTRAPISO	4;5;6	818	7	6	665	7	5	418	7	5	
8	CHAPISCO	7	3402	8	5	3258	8	5	620	2	5	
9	CONTRAMARCO	8			5			5				
10	REBOCO INTERNO	9	3402	15	16	3258	15	15	620	5	10	
11	GESSO	10	699	7	10	631	7	10				
12	IMPERMEABILIZAÇÃO	11	520	5	10	329	5	5	623	10	10	
13	MASSA + LIXA + 1ª DEMÃO PINTURA	12	3239	10	15	3018	10	10	645	4	5	
14	PISO CERÂMICO + AZULEJO	13	1604	8	15	1536	8	15				
15	PISO EM CONCRETO POLIDO	14										
16	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	15			10			10			5	
17	FIAÇÃO, SUPORTES ELÉTRICOS E QUADROS	16			10			10			5	
18	RETOQUE MASSA + 2ª DEMÃO PINTURA	17	3239	10	15	3018	10	15	645	4	5	
19	PORTAS DE MADEIRA	18			5			5			5	
	[...]											
24	LIMPEZA	23			5			5			5	
25	CHECK LIST	24			5			5			5	

Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

4.2 Envolvimento das equipes de produção: Contribuições técnicas

Os planos de ataque mesmo que somente dos pavimentos tipo das 2 torres são instrumentos visuais importantes para auxiliar a compreensão dos líderes de obra, pois esses, conforme a explicação de Magalhães. Mello e Bandeira (2018, p. 45) evitam a “descontinuidade no processo produtivo e, consequentemente, o não cumprimento de prazos”.

Esses planos de ataque são o sequenciamento de atividades e suas durações para um pavimento e, juntamente com a tabela 4, que traz o resumo das informações relevantes de todos os pavimentos. De posse das tabelas de cálculo das durações, constantes no apêndice B, são apresentadas à equipe de engenharia e o mestre de obra, responsáveis pela execução do empreendimento.

Tendo em vista a importância do planejamento, descrita na fundamentação, a reunião entre os membros da equipe construtiva foi produtiva. Dessa reunião foi possível extrair metas importantes, como por exemplo, ficou definido que dentro de um mês dever-se-ia executar a estrutura de 1 (um) pavimento tipo de cada torre 01 e 02 para atingir a meta macro, onde a obra não deve ter prazo maior que 36 meses. Tais metas remetem-se a Prado (2002, p. 19) quando esse afirma que os resultados devem ser “alcançados com respeito ao aumento da qualidade e produtividade”.

Também foi solicitado, por parte do mestre de obras, a quebra de atividades em alguns ambientes, como exemplo as sacadas e áreas comuns. Além, da inclusão da atividade marcação da 1ª fiada de alvenaria com duração de 2 (dois) dias, sem tirar esse prazo da atividade alvenaria.

A equipe de engenharia além de contribuir com as metas e solicitações do mestre de obra, solicitou a divisão da atividade de piso cerâmico e azulejos em 2 (duas) atividades distintas, afim de facilitar o controle de execução. Com isso, mante-se a duração e as atividades em paralelo, assim como acontece com os acabamentos elétricos e hidráulicos.

Ainda, de acordo com a engenharia responsável pela obra, os pavimentos de embasamento serão executados em 3 (três) etapas de acordo com a junta de dilatação. Assim adotou-se para estrutura 10 (dez) dias para cada etapa, e as

demais atividades dividiu-se as durações calculadas tentando manter prazos múltiplos de semanas cheias (5 dias) por atividades.

Como resultado dessas reuniões e a contribuição da equipe de engenheiros, os planos de ataques foram reformulados e as tabelas serão apresentadas na próxima seção.

4.3 Plano de ataque empregando a técnica de Linha de Balanço

Com as contribuições da equipe responsável pela execução, foi possível reformular os planos de ataque dos pavimentos tipo, bem como construir os demais planos de ataque para todos os pavimentos. Apresentar os planos junto ao texto fica ilegível, portanto a Tabela 5 traz as informações para o plano de ataque do tipo da torre 01. Os demais planos de ataque estão disponíveis no apêndice D desse trabalho.

Tabela 5 – Informações do plano de ataque para pavimento Tipo da Torre 01

ID	Nome da tarefa	Duração (Dias)	Início	Término	Predecessoras
2	Estrutura n+2 (Escor. 100%)	13	08/02/22	24/02/22	2
3	Estrutura n+1 (Escor. 50%)	13	20/01/22	07/02/22	3
4	Estrutura n	13	03/01/22	19/01/22	
5	Preparo Estrutura + Chapisco colante	5	25/02/22	03/03/22	1
6	**Alvenaria**	**17**	**04/03/22**	**28/03/22**	
7	Marcação da 1ª Fiada	2	04/03/22	07/03/22	4
8	Levantamento de Paredes	15	08/03/22	28/03/22	6
9	Infraestrutura Elétrica + Telecom	10	29/03/22	11/04/22	7
10	Infraestrutura Hidrossanitário	10	29/03/22	11/04/22	7
11	Infra A.C.	5	29/03/22	04/04/22	7
12	Contrapiso interno e regularização de áreas externas (sacadas)	5	12/04/22	18/04/22	8;9;10
13	Salpique alvenaria	5	19/04/22	25/04/22	11
14	Contramarcos	5	26/04/22	02/05/22	12
15	Reboco Interno	15	03/05/22	23/05/22	13
16	Impermeabilização de áreas externas (sacadas)	10	03/05/22	16/05/22	14II

17	Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5	17/05/22	23/05/22	15
18	Gesso	10	24/05/22	06/06/22	14
19	Impermeabilização	5	07/06/22	13/06/22	17
20	Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	10	14/06/22	27/06/22	18
21	Azulejo	15	28/06/22	18/07/22	19
22	Piso Cerâmico	15	28/06/22	18/07/22	19
23	Esquadrias Alumínio	10	19/07/22	01/08/22	21;20
24	Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	10	02/08/22	15/08/22	22
25	Retoque Massa +2ª Demão Pintura	15	16/08/22	05/09/22	23
26	Portas Madeira	5	06/09/22	12/09/22	24
27	Portas Corta Fogo	5	06/09/22	12/09/22	24
28	Rodapés	5	06/09/22	12/09/22	24
29	Retoque de Pintura	5	13/09/22	19/09/22	26;27;25
30	Acabamentos elétricos	5	20/09/22	26/09/22	28
31	Acabamentos hidráulicos	5	20/09/22	26/09/22	28
32	Limpeza	5	27/09/22	03/10/22	30;29
33	Check List	5	04/10/22	10/10/22	31

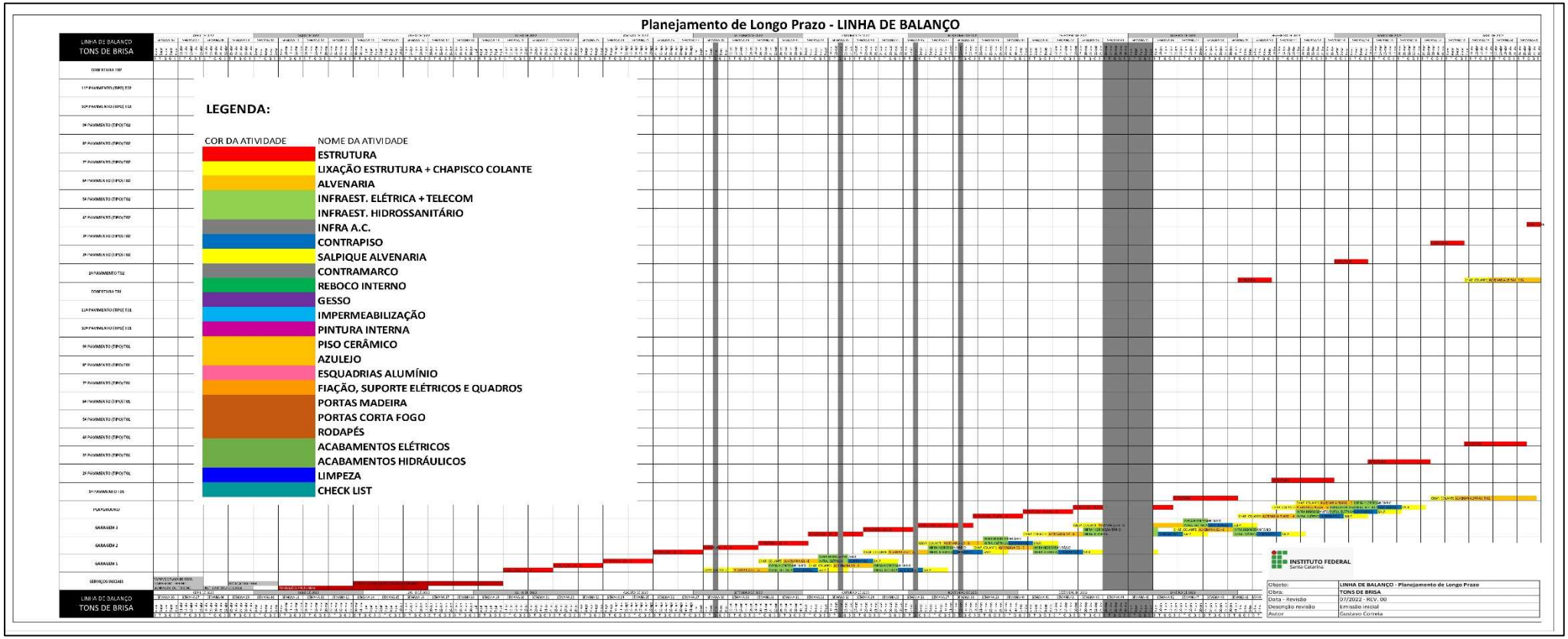
Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

4.4 Planejamento do empreendimento estudado utilizando o método da Linha de Balanço

A sobreposição dos planos de ataque, respeitando a metodologia de construção e boas práticas, retorna-se ao planejamento de longo prazo. Trabalhar com os planos de ataque por pavimento facilita a confecção da Linha de Balanço, tendo em vista que esse método enfatiza o ritmo de execução das diferentes tarefas nos pavimentos com o decorrer do tempo.

O planejamento parcial é apresentado no Gráfico 7, corresponde ao primeiro ano de planejamento de todo o empreendimento. Para elaboração desse gráfico com o método Linha de Balanço, foi utilizado o software Excel. O planejamento completo de toda a obra está no apêndice E deste trabalho.

Gráfico 7 - Planejamento parcial - 1º ano de execução do empreendimento



Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2022)

Quando se menciona a metodologia de construção e boas práticas podem-se ressaltar alguns pontos importantes. Primeiramente, quanto à cura do concreto e a retirada do escoramento, já apresentado no plano de ataque. Porém têm-se outras restrições como, por exemplo, a colocação dos contramarco somente após a alvenaria do último pavimento tipo possibilitando a verificação da prumada das esquadrias.

Por fim, respeita-se a programação não paralela, ou seja, todas as tarefas são executadas com a única equipe previamente estimada em cada torre do empreendimento. O prazo final do planejamento utilizando a Linha de Balanço cumpre a meta estabelecida de 36 meses para conclusão da obra, conforme apresentado no apêndice E desse estudo.

5 CONCLUSÃO

Diante de um cenário que constata a dificuldade da construção civil em planejar com dados confiáveis e qualidade seus empreendimentos, principalmente em tempos de enormes desafios aos incorporadores, buscou-se estudar a importância do processo de planejamento para o bom andamento da obra e as possíveis técnicas que podem ser utilizadas no desenvolvimento de um projeto. Sendo assim, esse estudo objetivou desenvolver o planejamento para execução do empreendimento, objeto desse estudo, utilizando o método da Linha de Balanço.

Observou-se que, ao longo da revisão literária, a importância do processo de planejamento e controle de obras foi considerada e reiterada pelos diversos autores pesquisados. Dessa fundamentação foi possível a elaboração, como parte dos resultados, de uma parte do planejamento, mais precisamente do primeiro ano, utilizando o método da Linha de Balanço.

Um empreendimento misto no município de Ilhéus/BA foi escolhido como estudo de caso para aplicação da metodologia da Linha de Balanço. A incorporadora responsável pela obra autorizou a utilização de informações internas, como projetos, quantitativos, índices de produtividade, entre outros, colaborando e participando prontamente, interessada também no resultado da Linha de Balanço apresentada ao final do trabalho. Restou combinado entre o pesquisador e o engenheiro responsável-técnico que esse estudo, posteriormente, será disponibilizado para a empresa de engenharia utilizar livremente na obra objeto desse estudo de caso.

As características do empreendimento em estudo, como descrito no capítulo três, ajuda muito a implantação desse método, visto que a Linha de Balanço necessita de serviços com repetição para sua implantação. Esse empreendimento possui as duas torres com todos os pavimentos praticamente iguais, além dos apartamentos de um mesmo pavimento também ser igual ou espelhado em relação ao outro.

Importa lembrar, conforme o descrito no referencial teórico que, o planejamento do empreendimento se faz necessário desde o surgimento do estudo de viabilidade do empreendimento e, é uma ferramenta fundamental para definição das técnicas construtivas a serem adotadas. Porém somente com a

evolução do projeto se têm as informações cruciais para um plano com maior assertividade.

Foram observadas, na prática, diversas vantagens da utilização da Linha de Balanço, especialmente em conjunto com o plano de ataque. A principal é a facilidade de compreensão, por ser muito visual, possibilitando a discussão da execução num horizonte de longo prazo, explicitando a todos da obra os ritmos e sequenciamento das tarefas.

O prazo de obra total, colocado como meta pelo incorporador, foi de 36 meses. Nesse prazo foi possível comportar, sem grandes dificuldades, no planejamento para as premissas adotadas, mesmo respeitando a programação não paralela em ambas às torres, resultando em algumas folgas no planejamento entre atividades, porém no prazo global praticamente não se tem folga.

Ressaltando então a importância do acompanhamento e correção do planejamento no curto prazo, para se cumprir a meta e alcançar a data objetiva para a entrega. Conforme o que foi apurado na pesquisa, que compõe a fundamentação teórica desse estudo, não existe controle sem planejamento, todavia, ressalta-se que o planejamento sem controle é ineficaz.

O ritmo contínuo de trabalho das equipes de produção proposto pela Linha de Balanço, aliado com a característica de tarefas repetitivas, possibilita ainda realizar um planejamento de compras mais assertivo e, por consequência, melhor otimização do fluxo de caixa e do estoque da obra. Além disso, com um planejamento correto aumenta-se o poder de barganha, pois se consegue negociar preços com maior antecedência.

Desse modo, conclui-se que, a aplicação da técnica da Linha de Balanço como ferramenta de planejamento no empreendimento, objeto desse estudo, facilitou a compreensão e visualização das informações. Sendo assim, o método da Linha de Balanço constitui um eficiente instrumento de comunicação dentro do canteiro de obra, como forma de planejar e executar todas as atividades necessárias.

Por fim, vale ressaltar a contribuição e engajamento, no planejamento e no processo construtivo, da equipe de engenharia e o mestre de obra. Essa participação não só eleva o nível de informações e por consequência a precisão do planejamento, mas também acrescenta o comprometimento de todos na realização das metas estabelecidos. Entre os membros da equipe construtiva

encontra-se o pesquisador, autor desse estudo, com a tarefa de auxiliar no planejamento e também na execução da obra, o que proporcionou uma observação-participante, a qual originou esse trabalho de conclusão de curso.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Em função da indisponibilidade de tempo para maior aprofundamento em diversas outras frentes despertadas por esse trabalho, recomenda-se para trabalhos futuros, por exemplo, avaliar a otimização do setor de compras e do estoque de obra com o uso da Linha de Balanço. Isso porque, o ganho de produtividade das equipes de obra pela realização de atividades repetitivas, implantação do médio e curto prazo como proteção da produção, entre outros, podem ser mensuradas com o método da Linha de Balanço.

REFERÊNCIAS

BEDIN, Yan. Planejamento de obras: principais elementos que você precisa considerar. **Artigos Prevision**, 2020. Disponível em: https://www.prevision.com.br/blog/planejamento-de-obras/. Acesso em: 30 abr. 2022.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva**. Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação**: proposta baseada em estudo de caso. 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado Para A Inovação da Edificação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

FERREIRA, Emerson de Andrade Marques; FRANCO, Luiz Sérgio. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios**. São Paulo: Epusp, 1998. 20 p.

FERREIRA, Douglas de Deus. **Planejamento e orçamento de obra**: roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras. 2019. 64f. Monografia (Especialização) – Pós-graduação em Produção e Gestão do Ambiente Construído. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2019.

FORMOSO, Carlos Torres; et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: NORIE, 1999. 69 p.

GEHBAUER, Fritz; et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil - Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 530 p.

GIARETTA, O. **Aplicação do método da Linha de Balanço em edifícios de múltiplos pavimentos tipo**. Chapecó, 2006. Disponível em: https://www.unochapeco.edu.br/usuarios/login/saa/tese/2493/Giaretta.pdf. Acesso em: 9 jul. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.

HERTHEL, Ana Beatriz Fernandes. Análise de viabilidade de aplicação da linha de balanço em obras de edifícios residenciais em João Pessoa – PB: estudo de caso. **Artigos da Engenharia Constr. Civil e Urbana** - UFPB, 2015. Disponível em: http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/copy_of_2014.2/anal.pdf. Acesso em: 22 maio 2022.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**: Estatísticas, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=destaques. Acesso em: 24 maio 2022.

ICHIHARA. Jorge de Araújo. A base filosófica da linha de balanço**. Artigos UFSC**, 1997. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - UFSC - CTC/EPS - Trindade - Florianópolis/SC.

KEMMER, Sérgio Luiz. **Análise de diferentes tempos de ciclo na formulação de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos**. 2006. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LAGE, Nival Oliveira; MARTINS, Carlos Eduardo Martins. Gerência de **Projetos**: Teoria e Prática. Módulo 5 – Elaboração de uma EAP, 2014. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/1107/1/GerenciaDeProjeos_modulo_5_final_.pdf. Acesso em 10 jun. 2022.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 225 p.

MAGALHÃES, Rachel Madeira; MELLO, Luiz Carlos B. de Brito; Renata BANDEIRA, Albergaria de Mello. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/c9ZdKvC8ZrSz9YR/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 30 abr. 2022.

MAREGA. A. P. N.; ANTÔNIO, J. L. S. **Controle do cronograma na execução de obras de construção civil**: um estudo de caso. 2017. (Monografia) - Curso de Engenharia Civil. 68 f. Unisul, Tubarão, 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. Atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 365 p.

MENDES JUNIOR. Ricardo. Um modelo integrado para o planejamento de edifícios com linha de balanço. In: **Encontro nacional de engenharia de produção**, 16.1996, Piracicaba. Anais… Piracicaba: ABEPRO, 1996.

MENDES JUNIOR. Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando M. **Dados básicos para programação de edifícios com Linha de Balanço** - Estudos de caso, Não publicado. Florianópolis, 1997. Disponível em: https://cesec.ufpr.br/docente/mendesjr/artigos/. Acesso em 9 jul. 2022.

MENDES JUNIOR, Ricardo. **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. 1999. (Tese) Doutorado Engenharia Civil. Florianópolis, 1999. Disponível em: Acesso em: 09 set. 2014.

PINHEIRO, Igor. Como funciona a Linha de Balanço. **Artigos Inova Civil**, 2019. Disponível em: https://www.inovacivil.com.br/como-funciona-uma-linha-de-balanco/. Acesso em: 25 maio 2022.

PRADO, Darci; LADEIRA, Fernando. **Planejamento e controle de projetos**. São Paulo: Falconi Editora, 2014.

PRADO, Renato Lucio. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço**. Dissertação (Mestrado) Curso Engenharia Civil - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RESENDE, Priscila Barbosa; VENDER, Karolina; CARRIJO, Selma Araújo. Roteiro do planejamento de obras. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar** (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2018.

SILVA, S. A. R.; GUELPA, D. F**. Métodos de Programação de empreendimentos**: avalição e critérios para seleção. São Paulo. Boletim Técnico. Série BT/ PCC do Departamento de Engenharia Civil, USP. 1993.

SILVA, C. O. et al. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. **Revista Espacios**, v. 38, 2017.

VARALLA, R. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VARGAS, Fabrício Berger de. **Método para Planejamento e Controle da Produção baseado em Zonas de Trabalho e BIM**. 2018. 180f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabelas de cálculo das durações mínimas de todos os pavimentos.

Durações mínimas das tarefas para o pavimento garagem 01

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**20**
	Forma de Pilares	558,00	0,89	56,40	15	3,76	
	Forma de Viga	2.142,10	0,65	158,04	15	10,54	
	Forma de escadas	1,70	4,22	0,82	15	0,05	
	Forma de laje	42,60	0,43	2,10	15	0,14	
	Total Formas			**217,35**		**14,5**	
	Armação de pilar e viga	32.508,20	0,07	243,58	15	16,24	
	Armação de escada	27,10	0,10	0,32	15	0,02	
	Armação de laje	126,10	0,04	0,63	15	0,04	
	Total Armação			**244,53**		**16,3**	
	Concretagem	3 dias		**3,00**		**3**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5	926,88	1	105,33	15	7,02	
	Alvenaria 14	390,78	0,74	32,86	15	2,19	
	Vergas e contravergas	6,38	2	1,45	15	0,10	
	Total alvenaria			**139,64**		**9**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**5**
	Regularização	234,48	0,40	10,66	7	1,52	
	Escadas	102,24	0,42	4,93	7	0,70	
	Total Contrapiso			**15,59**		**2,2**	
Chapisco			0,1	0,00	8	0,00	**5**
Reboco interno		1.397,87					**10**
	Emboço para receber cerâmica		0,6	0,00	15	0,00	
	Emboço para receber pi	1.397,87	0,6	95,31	15	6,35	
	Total reboco interno			**95,31**		**6,4**	
Forro em Gesso							
	Forro		0,67	0,00	7	0,00	
	Tabica		0,15	0,00	7	0,00	
	Total Forro			**0,00**		**0,0**	
Impermeabilizações							**10**
	Manta asfaltica	135,84	1	15,44	5	3,09	
	Pintura semi flexivel	225,96	0,5	12,84	5	2,57	
	Pintura flexivel	10,34	0,4	0,47	5	0,09	
	Total impermeabilizações			**28,75**		**5,7**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**10**
	Selador p/ pintura	66,10	0,15	1,13	10	0,11	
	Selador + massa		0,3	0,00	10	0,00	
	Selador p/ textura	1.397,86	0,15	23,83	10	2,38	
	Concreto aparente	2.018,66	0,15	34,41	10	3,44	
	Total pintura			**24,95**		**5,9**	
Piso Cêramico e Azulejo							**5**
	Ceramica interna parede	0,00	0,61	0,00	5	0,00	
	Forra e vista elevador	10,00	1,04	1,18	1	1,18	
	Tratamento da junta inte	33,53	1,88	7,16	5	1,43	
	Piso cerâmico		0,69	0,00	5	0,00	
	Piso porcelanato		0,69	0,00	5	0,00	
	Total piso + azulejo			**8,34**		**2,6**	
Piso em concreto polido							**30**
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	66,10	0,25	1,88	10	0,19	
	Retoque massa e pintura	0,00	0,4	0,00	10	0,00	
	Textura	1.397,86	0,2	31,77	10	3,18	
	Concreto aparente	2.018,66	0,2	45,88	10	4,59	
	Total Pintura			**33,65**		**8,0**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno		0,10	0,00	1	0,00	
	Total rodapés			**0,00**		**0,00**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Pintura de piso		2.315,27	0,36938	97,18	10	9,72	**10**

Durações mínimas das tarefas para o pavimento garagem 02

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**30**
	Forma de Pilares	569,60	0,89	57,57	15	3,84	
	Forma de Viga	1.778,00	0,65	131,18	15	8,75	
	Forma de escadas	80,50	4,22	38,64	15	2,58	
	Forma de laje	2.449,10	0,43	120,45	15	8,03	
	Total Formas			**347,84**		**23,2**	
	Armação de pilar e viga	28.242,20	0,07	211,61	15	14,11	
	Armação de escada	741,10	0,10	8,73	15	0,58	
	Armação de laje	21.206,50	0,04	105,93	15	7,06	
	Total Armação			**326,27**		**21,8**	
	Concretagem	3 dias		**3,00**		**3**	
Alvenaria							**20**
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5	1.801,68	1	204,74	15	13,65	
	Alvenaria 14	279,30	0,74	23,49	15	1,57	
	Vergas e contravergas	26,95	2	6,13	15	0,41	
	Total alvenaria			**234,35**		**16**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**10**
	Regularização	1.046,11	0,40	47,55	7	6,79	
	Escadas	92,45	0,42	4,46	7	0,64	
	Total Contrapiso			**52,01**		**7,4**	
Chapisco		2.909,42	0,1	33,06	8	4,13	**5**
Reboco interno							**15**
	Emboço para receber ce	252,20	0,6	17,20	15	1,15	
	Emboço para receber pi	2.657,22	0,6	181,17	15	12,08	
	Total reboco interno			**198,37**		**13,2**	
Forro em Gesso							**10**
	Forro	486,81	0,67	37,06	7	5,29	
	Tabica	492,18	0,15	8,39	7	1,20	
	Total Forro			**45,45**		**6,5**	
Impermeabilizações							**10**
	Manta asfaltica	861,93	1	97,95	5	19,59	
	Pintura semi flexivel	38,35	0,5	2,18	5	0,44	
	Pintura flexivel	98,64	0,4	4,48	5	0,90	
	Total impermeabilizações			**104,61**		**20,9**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**10**
	Selador p/ pintura	311,50	0,15	5,31	10	0,53	
	Selador + massa	881,02	0,3	30,03	10	3,00	
	Selador p/ textura	1.384,65	0,15	23,60	10	2,36	
	Concreto aparente	1.102,23	0,15	18,79	10	1,88	
	Total pintura			**77,73**		**7,8**	
Piso Cêramico e Azulejo							**20**
	Ceramica interna parede	252,20	0,61	17,48	8	2,19	
	Forra e vista elevador	10,00	1,04	1,18	1	1,18	
	Tratamento da junta inte	27,77	1,88	5,93	8	0,74	
	Piso cerâmico	39,70	0,69	3,11	8	0,39	
	Piso porcelanato	514,00	0,69	40,30	8	5,04	
	Ladrilho hidráulico	492,41	1,248978	69,89	8	8,74	
	Bloco de concreto 20 x 1	183,15	0,256922	5,35	1	5,35	
	Total piso + azulejo			**68,01**		**18,3**	
Piso em concreto polido							**30**
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	311,50	0,25	8,85	10	0,88	
	Retoque massa e pintura	881,02	0,4	40,05	10	4,00	
	Textura	1.384,65	0,2	31,47	10	3,15	
	Concreto aparente	1.102,23	0,2	25,05	10	2,51	
	Total Pintura			**80,37**		**8,0**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	190,98	0,09	1,86	1	1,86	
	Poliestireno	250,68	0,10	2,98	1	2,98	
	Total rodapés			**4,84**		**4,84**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Pintura de piso		1.321,30	0,36938	55,46	10	5,55	**10**

Durações mínimas das tarefas para o pavimento garagem 03

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**20**
	Forma de Pilares	446,00	0,89	45,08	15	3,01	
	Forma de Viga	1.245,90	0,65	91,92	15	6,13	
	Forma de escadas	51,00	4,22	24,48	15	1,63	
	Forma de laje	1.491,10	0,43	73,33	15	4,89	
	Total Formas			**234,81**		**15,7**	
	Armação de pilar e viga	21.690,30	0,07	162,52	15	10,83	
	Armação de escada	322,20	0,10	3,79	15	0,25	
	Armação de laje	12.838,70	0,04	64,13	15	4,28	
	Total Armação			**230,45**		**15,4**	
	Concretagem	3 dias		**3,00**		**3**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5	1.330,83	1	151,23	15	10,08	
	Alvenaria 14	240,56	0,74	20,23	15	1,35	
	Vergas e contravergas	15,80	2	3,59	15	0,24	
	Total alvenaria			**175,05**		**12**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**5**
	Regularização	190,10	0,40	8,64	7	1,23	
	Escadas	87,57	0,42	4,22	7	0,60	
	Total Contrapiso			**12,86**		**1,8**	
Chapisco		2.313,42	0,1	26,29	8	3,29	**5**
Reboco interno							**15**
	Emboço para receber ce	178,56	0,6	12,17	15	0,81	
	Emboço para receber pi	2.134,86	0,6	145,56	15	9,70	
	Total reboco interno			**157,73**		**10,5**	
Forro em Gesso							**10**
	Forro	312,28	0,67	23,78	7	3,40	
	Tabica	267,30	0,15	4,56	7	0,65	
	Total Forro			**28,33**		**4,0**	
Impermeabilizações							**10**
	Manta asfaltica	1.340,89	1	152,37	5	30,47	
	Pintura semi flexivel	42,44	0,5	2,41	5	0,48	
	Pintura flexivel	79,19	0,4	3,60	5	0,72	
	Total impermeabilizações			**158,38**		**31,7**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**15**
	Selador p/ pintura	90,57	0,15	1,54	10	0,15	
	Selador + massa	682,11	0,3	23,25	10	2,33	
	Selador p/ textura	1.225,17	0,15	20,88	10	2,09	
	Concreto aparente	1.245,53	0,15	21,23	10	2,12	
	Total pintura			**45,68**		**4,6**	
Piso Cêramico e Azulejo							**15**
	Ceramica interna parede	178,56	0,61	12,38	8	1,55	
	Forra e vista elevador	10,00	1,04	1,18	1	1,18	
	Tratamento da junta inte	27,77	1,88	5,93	8	0,74	
	Piso cerâmico	71,45	0,69	5,60	8	0,70	
	Piso porcelanato	111,37	0,69	8,73	8	1,09	
	Ladrilho hidráulico		1,248978	0,00	8	0,00	
	Bloco de concreto 20 x 10		0,256922	0,00	1	0,00	
	Total piso + azulejo			**33,82**		**5,3**	
Piso em concreto polido							**30**
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	90,57	0,25	2,57	10	0,26	
	Retoque massa e pintura	682,11	0,4	31,01	10	3,10	
	Textura	1.225,17	0,2	27,84	10	2,78	
	Concreto aparente	1.245,53	0,2	28,31	10	2,83	
	Total Pintura			**61,42**		**6,1**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno	116,89	0,10	1,39	1	1,39	
	Total rodapés			**1,39**		**1,39**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Pintura de piso		1.401,00	0,36938	58,81	10	5,88	**10**

Durações mínimas das tarefas para o pavimento playground

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**30**
	Forma de Pilares	577,70	0,89	58,39	15	3,89	
	Forma de Viga	2.480,10	0,65	182,98	15	12,20	
	Forma de escadas	130,10	4,22	62,45	15	4,16	
	Forma de laje	2.158,90	0,43	106,17	15	7,08	
	Total Formas			**409,99**		**27,3**	
	Armação de pilar e viga	40.619,60	0,07	304,35	15	20,29	
	Armação de escada	1.418,60	0,10	16,71	15	1,11	
	Armação de laje	15.509,90	0,04	77,47	15	5,16	
	Total Armação			**398,54**		**26,6**	
	Concretagem	3 dias		**3,00**		**3**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5	1.630,70	1	185,31	15	12,35	
	Alvenaria 14	295,69	0,74	24,86	15	1,66	
	Vergas e contravergas	17,38	2	3,95	15	0,26	
	Total alvenaria			**214,12**		**14**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**10**
	Regularização	749,81	0,40	34,08	7	4,87	
	Escadas	153,20	0,42	7,39	7	1,06	
	Total Contrapiso			**41,47**		**5,9**	
Chapisco		3.398,03	0,1	38,61	8	4,83	**5**
Reboco interno							**20**
	Emboço para receber ce	190,32	0,6	12,98	15	0,87	
	Emboço para receber pi	3.207,71	0,6	218,71	15	14,58	
	Total reboco interno			**231,68**		**15,4**	
Forro em Gesso							**5**
	Forro	310,46	0,67	23,64	7	3,38	
	Tabica	261,91	0,15	4,46	7	0,64	
	Total Forro			**28,10**		**4,0**	
Impermeabilizações							**15**
	Manta asfaltica	727,51	1	82,67	10	8,27	
	Pintura semi flexivel	451,53	0,5	25,66	5	5,13	
	Pintura flexivel	172,01	0,4	7,82	5	1,56	
	Total impermeabilizações			**116,15**		**15,0**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**10**
	Selador p/ pintura	49,09	0,15	0,84	10	0,08	
	Selador + massa	624,97	0,3	21,31	10	2,13	
	Selador p/ textura	1.183,66	0,15	20,18	10	2,02	
	Concreto aparente		0,15	0,00	10	0,00	
	Total pintura			**42,32**		**4,2**	
Piso Cêramico e Azulejo							**15**
	Ceramica interna parede	190,32	0,61	13,19	8	1,65	
	Forra e vista elevador	10,00	1,04	1,18	1	1,18	
	Tratamento da junta inte	45,05	1,88	9,61	8	1,20	
	Piso cerâmico	72,21	0,69	5,66	8	0,71	
	Piso porcelanato	577,87	0,69	45,31	8	5,66	
	Ladrilho hidráulico		1,248978	0,00	8	0,00	
	Bloco de concreto 20 x 1	473,71	0,256922	13,83	1	13,83	
	Total piso + azulejo			**74,96**		**10,4**	
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	49,09	0,25	1,39	10	0,14	
	Retoque massa e pintura	624,97	0,4	28,41	10	2,84	
	Textura	1.183,66	0,2	26,90	10	2,69	
	Concreto aparente	0,00	0,2	0,00	10	0,00	
	Total Pintura			**56,70**		**5,7**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	34,94	0,09	0,34	1	0,34	
	Poliestireno	213,85	0,10	2,54	1	2,54	
	Total rodapés			**2,88**		**2,88**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**
Pintura de piso		74,04	0,36938	3,11	1	3,11	**5**

Durações mínimas das tarefas para 1º pavimento da Torre 01

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**13**
	Forma de Pilares	298,53	0,89	30,17	15	2,01	
	Forma de Viga	918,15	0,65	67,74	15	4,52	
	Forma de escadas	45,65	4,22	21,91	15	1,46	
	Forma de laje	871,76	0,43	42,87	15	2,86	
	Total Formas			**162,70**		**10,8**	
	Armação de pilar e viga	19.066,28	0,07	142,86	15	9,52	
	Armação de escada	343,70	0,10	4,05	15	0,27	
	Armação de laje	6.189,49	0,04	30,92	15	2,06	
	Total Armação			**177,82**		**11,9**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9	700,12	1	79,56	15	5,30	
	Alvenaria 11,5	331,12	1	37,63	15	2,51	
	Alvenaria 14	1.056,74	0,74	88,86	15	5,92	
	Vergas e contravergas	44,99	2	10,23	15	0,68	
	Total alvenaria			**216,27**		**14**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**6**
	Regularização	699,25	0,40	31,78	7	4,54	
	Escadas	118,35	0,42	5,71	7	0,82	
	Total Contrapiso			**37,49**		**5,4**	
Chapisco		3.401,91	0,1	38,66	8	4,83	**5**
Reboco interno							**16**
	Emboço para receber ce	904,41	0,6	61,66	15	4,11	
	Emboço para receber pi	2.506,49	0,6	170,90	15	11,39	
	Total reboco interno			**232,56**		**15,5**	
Forro em Gesso							**10**
	Forro	699,25	0,67	53,24	7	7,61	
	Tabica	426,80	0,15	7,28	7	1,04	
	Total Forro			**60,51**		**8,6**	
Impermeabilizações							**10**
	Manta asfaltica	293,10	1	33,31	5	6,66	
	Pintura semi flexivel	80,22	0,5	4,56	5	0,91	
	Pintura flexivel	146,18	0,4	6,64	5	1,33	
	Total impermeabilizações			**44,51**		**8,9**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**15**
	Selador p/ pintura	46,34	0,15	0,79	10	0,08	
	Selador + massa	3.037,59	0,3	103,55	10	10,36	
	Selador p/ textura	155,45	0,15	2,65	10	0,26	
	Total pintura			**106,99**		**10,7**	
Piso Cêramico e Azulejo							**15**
	Ceramica interna parede	904,41	0,61	62,69	8	7,84	
	Tratamento da junta inte	6,12	1,88	1,31	8	0,16	
	Piso cerâmico	124,32	0,69	9,75	8	1,22	
	Piso porcelanato	574,93	0,69	45,08	8	5,63	
	Total piso + azulejo			**118,83**		**14,9**	
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**15**
	Pintura sem massa	46,34	0,25	1,32	10	0,13	
	Retoque massa e pintura	3.037,59	0,4	138,07	10	13,81	
	Textura	155,45	0,2	3,53	10	0,35	
	Total Pintura			**142,92**		**14,3**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	190,16	0,09	1,86	1	1,86	
	Poliestireno	227,88	0,10	2,71	1	2,71	
	Total rodapés			**4,56**		**4,56**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para pavimento Tipo da Torre 01

Pacotes de trabalho		Quant.	Produtividade	Duração mínima teórica	Equipe adotada	Duração mínima p/ equipe adotada	Duração adotada (dias úteis)
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**11**
	Forma de Pilares	264,84	0,89	26,77	15	1,78	
	Forma de Viga	652,00	0,65	48,10	15	3,21	
	Forma de escadas	33,49	4,22	16,08	15	1,07	
	Forma de laje	654,60	0,43	32,19	15	2,15	
	Total Formas			**123,14**		**8,2**	
	Armação de pilar e viga	16.276,37	0,07	121,95	15	8,13	
	Armação de escada	216,42	0,10	2,55	15	0,17	
	Armação de laje	5.054,81	0,04	25,25	15	1,68	
	Total Armação			**149,75**		**10,0**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**15**
	Alvenaria 9	762,58	1	86,66	15	5,78	
	Alvenaria 11,5	276,86	1	31,46	15	2,10	
	Alvenaria 14	920,11	0,74	77,37	15	5,16	
	Vergas e contravergas	45,52	2	10,34	15	0,69	
	Total alvenaria			**205,84**		**14**	
Instalações emb.							**10**
Contrapiso							**5**
	Regularização	631,30	0,40	28,70	7	4,10	
	Escadas	33,64	0,42	1,62	7	0,23	
	Total Contrapiso			**30,32**		**4,3**	
Chapisco		3.257,68	0,1	37,02	8	4,63	**5**
Reboco interno							**15**
	Emboço para receber ce	904,41	0,6	61,66	15	4,11	
	Emboço para receber pi	2.352,37	0,6	160,39	15	10,69	
	Total reboco interno			**222,05**		**14,8**	
Forro em Gesso							**10**
	Forro	631,30	0,67	48,06	7	6,87	
	Tabica	426,80	0,15	7,28	7	1,04	
	Total Forro			**55,34**		**7,9**	
Impermeabilizações							**5**
	Manta asfaltica	101,64	1	11,55	5	2,31	
	Pintura semi flexivel	80,22	0,5	4,56	5	0,91	
	Pintura flexivel	147,33	0,4	6,70	5	1,34	
	Total impermeabilizações			**22,80**		**4,6**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**10**
	Selador p/ pintura	33,64	0,15	0,57	10	0,06	
	Selador + massa	2.829,12	0,3	96,45	10	9,64	
	Selador p/ textura	155,45	0,15	2,65	10	0,26	
	Total pintura			**99,67**		**10,0**	
Piso Cêramico e Azulejo							**15**
	Ceramica interna parede	904,41	0,61	62,69	8	7,84	
	Tratamento da junta inte	6,12	1,88	1,31	8	0,16	
	Piso cerâmico	56,40	0,69	4,42	8	0,55	
	Piso porcelanato	574,90	0,69	45,08	8	5,63	
	Total piso + azulejo			**113,50**		**14,2**	
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**15**
	Pintura sem massa	33,64	0,25	0,96	10	0,10	
	Retoque massa e pintura	2.829,12	0,4	128,60	10	12,86	
	Textura	155,45	0,2	3,53	10	0,35	
	Total Pintura			**133,08**		**13,3**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	150,80	0,09	1,47	1	1,47	
	Poliestireno	227,80	0,10	2,71	1	2,71	
	Total rodapés			**4,18**		**4,18**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para pavimento cobertura da Torre 01							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**10**
	Forma de Pilares	232,22	0,89	23,47	15	1,56	
	Forma de Viga	926,43	0,65	68,35	15	4,56	
	Forma de escadas	17,83	4,22	8,56	15	0,57	
	Forma de laje	628,77	0,43	30,92	15	2,06	
	Total Formas			**131,30**		**8,8**	
	Armação de pilar e viga	8863,43	0,07	66,41	15	4,43	
	Armação de escada	194,62	0,10	2,29	15	0,15	
	Armação de laje	4434,89	0,04	22,15	15	1,48	
	Total Armação			**90,86**		**6,1**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**10**
	Alvenaria 9		1	0,00	7	0,00	
	Alvenaria 11,5		1	0,00	7	0,00	
	Alvenaria 14	488,80	0,74	41,10	7	5,87	
	Vergas e contravergas	3,26	2	0,74	7	0,11	
	Total alvenaria			**41,84**		**6**	
Instalações emb.							**5**
Contrapiso							**5**
	Regularização	345,11	0,40	15,69	7	2,24	
	Escadas	73,01	0,42	3,52	7	0,50	
	Total Contrapiso			**19,21**		**2,7**	
Chapisco		620,36	0,1	7,05	2	3,52	**5**
Reboco interno							**10**
	Emboço para receber cerâmica		0,6	0,00	5	0,00	
	Emboço para receber pi	620,36	0,6	42,30	5	8,46	
	Total reboco interno			**42,30**		**8,5**	
Forro em Gesso							**0**
	Forro		0,67	0,00	7	0,00	
	Tabica		0,15	0,00	7	0,00	
	Total Forro			**0,00**		**0,0**	
Impermeabilizações							**10**
	Manta asfaltica	387,62	1	44,05	10	4,40	
	Pintura semi flexivel	229,57	0,5	13,04	5	2,61	
	Pintura flexivel	5,78	0,4	0,26	5	0,05	
	Total impermeabilizações			**57,35**		**7,1**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**5**
	Selador p/ pintura	410,53	0,15	7,00	4	1,75	
	Selador + massa		0,3	0,00	4	0,00	
	Selador p/ textura	234,71	0,15	4,00	4	1,00	
	Total pintura			**11,00**		**2,7**	
Piso Cêramico e Azulejo							**0**
	Ceramica interna parede	0,00	0,61	0,00	8	0,00	
	Tratamento da junta interna		1,88	0,00	8	0,00	
	Piso cerâmico		0,69	0,00	8	0,00	
	Piso porcelanato		0,69	0,00	8	0,00	
	Total piso + azulejo			**0,00**		**0,0**	
Esquadrias							**5**
Fição e Quadros elétricos							**5**
2ª Demão de Pintura							**5**
	Pintura sem massa	410,53	0,25	11,66	4	2,92	
	Retoque massa e pintura	0	0,4	0,00	4	0,00	
	Textura	234,71	0,2	5,33	4	1,33	
	Total Pintura			**17,00**		**4,2**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**0**
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno		0,10	0,00	1	0,00	
	Total rodapés			**0,00**		**0,00**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**0**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para pavimento reservatório da Torre 01							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**6**
	Forma de Pilares	126,50	0,89	12,79	7	1,83	
	Forma de Viga	246,37	0,65	18,18	7	2,60	
	Forma de escadas		4,22	0,00	7	0,00	
	Forma de laje	64,40	0,43	3,17	7	0,45	
	Total Formas			**34,13**		**4,9**	
	Armação de pilar e viga	2.781,20	0,07	20,84	7	2,98	
	Armação de escada		0,10	0,00	7	0,00	
	Armação de laje	457,86	0,04	2,29	7	0,33	
	Total Armação			**23,13**		**3,3**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 14		0,74	0,00	15	0,00	
	Vergas e contravergas	0,00	2	0,00	15	0,00	
	Total alvenaria			**0,00**		**0**	
Instalações emb.							
Contrapiso							
	Regularização		0,40	0,00	7	0,00	
	Escadas		0,42	0,00	7	0,00	
	Total Contrapiso			**0,00**		**0,0**	
Chapisco			0,1	0,00	8	0,00	
Reboco interno							
	Emboço para receber cerâmica		0,6	0,00	15	0,00	
	Emboço para receber pintura		0,6	0,00	15	0,00	
	Total reboco interno			**0,00**		**0,0**	
Forro em Gesso							
	Forro		0,67	0,00	7	0,00	
	Tabica		0,15	0,00	7	0,00	
	Total Forro			**0,00**		**0,0**	
Impermeabilizações							
	Manta asfaltica		1	0,00	5	0,00	
	Pintura semi flexivel		0,5	0,00	5	0,00	
	Pintura flexivel		0,4	0,00	5	0,00	
	Total impermeabilizações			**0,00**		**0,0**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							
	Selador p/ pintura		0,15	0,00	10	0,00	
	Selador + massa		0,3	0,00	10	0,00	
	Selador p/ textura		0,15	0,00	10	0,00	
	Total pintura			**0,00**		**0,0**	
Piso Cêramico e Azulejo							
	Ceramica interna parede	0,00	0,61	0,00	8	0,00	
	Tratamento da junta interna		1,88	0,00	8	0,00	
	Piso cerâmico		0,69	0,00	8	0,00	
	Piso porcelanato		0,69	0,00	8	0,00	
	Total piso + azulejo			**0,00**		**0,0**	
Esquadrias							
Fição e Quadros elétricos							
2ª Demão de Pintura							
	Pintura sem massa	0,00	0,25	0,00	10	0,00	
	Retoque massa e pintura	0,00	0,4	0,00	10	0,00	
	Textura	0,00	0,2	0,00	10	0,00	
	Total Pintura			**0,00**		**0,0**	
Portas de madeira							
Porta corta Fogo							
Rodapés							
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno		0,10	0,00	1	0,00	
	Total rodapés			**0,00**		**0,00**	
Retoque de Pintura							
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para 1º pavimento da Torre 02							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**7**
	Forma de Pilares	139,67	0,89	14,12	15,00	0,94	
	Forma de Viga	429,55	0,65	31,69	15,00	2,11	
	Forma de escadas	21,35	4,22	10,25	15,00	0,68	
	Forma de laje	407,84	0,43	20,06	15,00	1,34	
	Total Formas			**76,11**		**5,07**	
	Armação de pilar e viga	8.920,02	0,07	66,84	15,00	4,46	
	Armação de escada	160,80	0,10	1,89	15,00	0,13	
	Armação de laje	2.895,71	0,04	14,46	15,00	0,96	
	Total Armação			**83,19**		**5,55**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1,00**	
Alvenaria							**10**
	Alvenaria 9	312,67	1,00	35,53	15,00	2,37	
	Alvenaria 11,5	148,33	1,00	16,86	15,00	1,12	
	Alvenaria 14	494,77	0,74	41,61	15,00	2,77	
	Vergas e contravergas	20,97	2,00	4,77	15,00	0,32	
	Total alvenaria			**98,76**		**6,58**	
Instalações emb.							**5**
Contrapiso							**5**
	Regularização	304,35	0,40	13,83	7,00	1,98	
	Escadas	28,98	0,42	1,40	7,00	0,20	
	Total Contrapiso			**15,23**		**2,18**	
Chapisco		1.512,91	0,10	17,19	8,00	2,15	**5**
Reboco interno							**10**
	Emboço para receber ce	406,77	0,60	27,73	15,00	1,85	
	Emboço para receber pi	1.106,15	0,60	75,42	15,00	5,03	
	Total reboco interno			**103,15**		**6,88**	
Forro em Gesso							**5**
	Forro	304,35	0,67	23,17	7,00	3,31	
	Tabica	190,50	0,15	3,25	7,00	0,46	
	Total Forro			**26,42**		**3,77**	
Impermeabilizações							**5**
	Manta asfaltica	91,58	1,00	10,41	5,00	2,08	
	Pintura semi flexivel	35,74	0,50	2,03	5,00	0,41	
	Pintura flexivel	67,84	0,40	3,08	5,00	0,62	
	Total impermeabilizações			**15,52**		**3,10**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**5**
	Selador p/ pintura	17,60	0,15	0,30	10,00	0,03	
	Selador + massa	1.331,98	0,30	45,41	10,00	4,54	
	Selador p/ textura	78,52	0,15	1,34	10,00	0,13	
	Total pintura			**47,05**		**4,70**	
Piso Cêramico e Azulejo							**10**
	Ceramica interna parede	406,77	0,61	28,20	8,00	3,52	
	Tratamento da junta inte	0,00	1,88	0,00	8,00	0,00	
	Piso cerâmico	48,02	0,69	3,77	8,00	0,47	
	Piso porcelanato	256,33	0,69	20,10	8,00	2,51	
	Total piso + azulejo			**52,06**		**6,51**	
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	17,60	0,25	0,50	10,00	0,05	
	Retoque massa e pintura	1.331,98	0,40	60,54	10,00	6,05	
	Textura	78,52	0,20	1,78	10,00	0,18	
	Total Pintura			**62,83**		**6,28**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	80,98	0,09	0,79	1,00	0,79	
	Poliestireno	102,27	0,10	1,22	1,00	1,22	
	Total rodapés			**2,01**		**2,01**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para tipo pavimento da Torre 02							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**6**
	Forma de Pilares	121,86	0,89	12,32	15	0,82	
	Forma de Viga	300,00	0,65	22,13	15	1,48	
	Forma de escadas	15,41	4,22	7,40	15	0,49	
	Forma de laje	301,20	0,43	14,81	15	0,99	
	Total Formas			**56,66**		**3,8**	
	Armação de pilar e viga	7.489,13	0,07	56,11	15	3,74	
	Armação de escada	99,58	0,10	1,17	15	0,08	
	Armação de laje	2.327,49	0,04	11,63	15	0,78	
	Total Armação			**68,91**		**4,6**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**10**
	Alvenaria 9	365,64	1	41,55	15	2,77	
	Alvenaria 11,5	91,95	1	10,45	15	0,70	
	Alvenaria 14	482,33	0,74	40,56	15	2,70	
	Vergas e contravergas	21,32	2	4,85	15	0,32	
	Total alvenaria			**97,40**		**6**	
Instalações emb.							**5**
Contrapiso							**5**
	Regularização	290,55	0,4	13,21	7	1,89	
	Escadas	17,60	0,424312	0,85	7	0,12	
	Total Contrapiso			**14,06**		**2,0**	
Chapisco		1.543,43	0,1	17,54	8	2,19	**5**
Reboco interno							**10**
	Emboço para receber ce	531,06	0,6	36,21	15	2,41	
	Emboço para receber pi	1.012,37	0,6	69,02	15	4,60	
	Total reboco interno			**105,23**		**7,0**	
Forro em Gesso							**5**
	Forro	290,55	0,67	22,12	7	3,16	
	Tabica	225,12	0,15	3,84	7	0,55	
	Total Forro			**25,96**		**3,7**	
Impermeabilizações							**5**
	Manta asfaltica	36,01	1	4,09	5	0,82	
	Pintura semi flexivel	60,16	0,5	3,42	5	0,68	
	Pintura flexivel	67,99	0,4	3,09	5	0,62	
	Total impermeabilizaçõe			**10,60**		**2,1**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**5**
	Selador p/ pintura	17,60	0,15	0,30	10	0,03	
	Selador + massa	1.224,40	0,3	41,74	10	4,17	
	Selador p/ textura	78,52	0,15	1,34	10	0,13	
	Total pintura			**43,38**		**4,3**	
Piso Cêramico e Azulejo							**10**
	Ceramica interna parede	531,06	0,61	36,81	8	4,60	
	Tratamento da junta inte	0,00	1,88	0,00	8	0	
	Piso cerâmico	20,18	0,69	1,58	8	0,20	
	Piso porcelanato	270,37	0,69	21,20	8	2,65	
	Total piso + azulejo			**59,59**		**7,4**	
Esquadrias							**10**
Fição e Quadros elétricos							**10**
2ª Demão de Pintura							**10**
	Pintura sem massa	17,60	0,25	0,50	10	0,05	
	Retoque massa e pintura	1.224,40	0,4	55,65	10	5,57	
	Textura	78,52	0,2	1,78	10	0,18	
	Total Pintura			**57,94**		**5,8**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**5**
	Cerâmico	52,78	0,09	0,52	1	0,52	
	Poliestireno	102,27	0,10	1,22	1	1,22	
	Total rodapés			**1,73**		**1,73**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**5**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

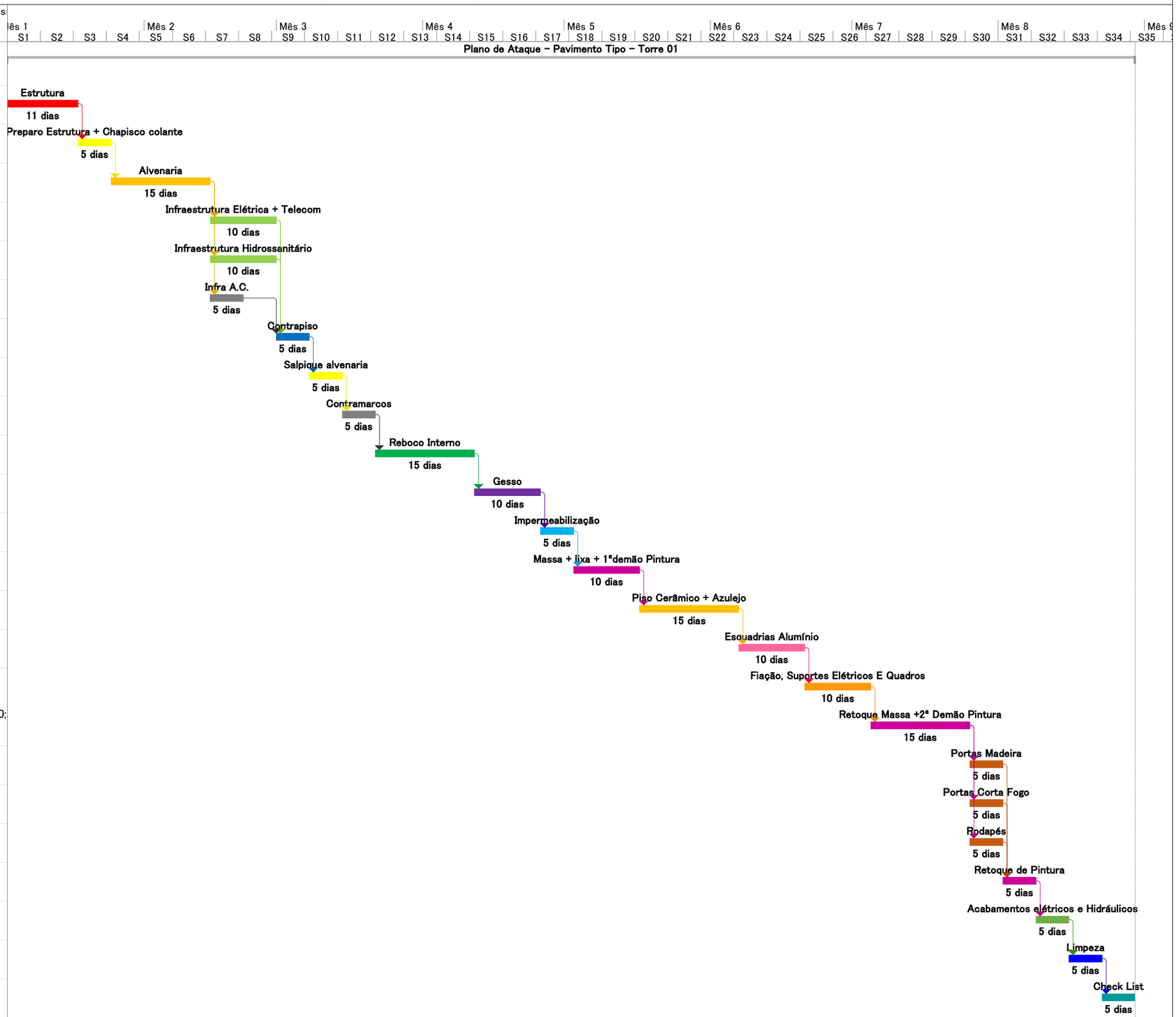
Durações mínimas das tarefas para pavimento cobertura da Torre 02							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**7**
	Forma de Pilares	125,98	0,89	12,73	15	0,85	
	Forma de Viga	502,27	0,65	37,06	15	2,47	
	Forma de escadas	9,67	4,22	4,64	15	0,31	
	Forma de laje	341,03	0,43	16,77	15	1,12	
	Total Formas			**71,20**		**4,7**	
	Armação de pilar e viga	4.808,17	0,07	36,03	15	2,40	
	Armação de escada	105,58	0,10	1,24	15	0,08	
	Armação de laje	2.405,81	0,04	12,02	15	0,80	
	Total Armação			**49,29**		**3,3**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							**10**
	Alvenaria 9		1	0,00	7	0,00	
	Alvenaria 11,5	231,90	1	26,35	7	3,76	
	Alvenaria 14	59,47	0,74	5,00	7	0,71	
	Vergas e contravergas	2,48	2	0,56	7	0,08	
	Total alvenaria			**31,92**		**5**	
Instalações emb.							**5**
Contrapiso							**5**
	Regularização	164,23	0,40	7,47	7	1,07	
	Escadas	33,36	0,42	1,61	7	0,23	
	Total Contrapiso			**9,07**		**1,3**	
Chapisco		365,65	0,1	4,16	2	2,08	**5**
Reboco interno							**10**
	Emboço para receber cerâmica		0,6	0,00	5	0,00	
	Emboço para receber pi	365,65	0,6	24,93	5	4,99	
	Total reboco interno			**24,93**		**5,0**	
Forro em Gesso							**0**
	Forro		0,67	0,00	7	0,00	
	Tabica		0,15	0,00	7	0,00	
	Total Forro			**0,00**		**0,0**	
Impermeabilizações							**5**
	Manta asfaltica	188,75	1	21,45	10	2,14	
	Pintura semi flexivel	125,92	0,5	7,15	5	1,43	
	Pintura flexivel	4,66	0,4	0,21	5	0,04	
	Total impermeabilizações			**28,82**		**3,6**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							**5**
	Selador p/ pintura	205,77	0,15	3,51	4	0,88	
	Selador + massa		0,3	0,00	4	0,00	
	Selador p/ textura	154,06	0,15	2,63	4	0,66	
	Total pintura			**6,13**		**1,5**	
Piso Cêramico e Azulejo							**0**
	Ceramica interna parede	0,00	0,61	0,00	8	0,00	
	Tratamento da junta interna		1,88	0,00	8	0,00	
	Piso cerâmico		0,69	0,00	8	0,00	
	Piso porcelanato		0,69	0,00	8	0,00	
	Total piso + azulejo			**0,00**		**0,0**	
Esquadrias							**5**
Fição e Quadros elétricos							**5**
2ª Demão de Pintura							**5**
	Pintura sem massa	205,77	0,25	5,85	4	1,46	
	Retoque massa e pintura	0,00	0,4	0,00	4	0,00	
	Textura	154,06	0,2	3,50	4	0,88	
	Total Pintura			**9,35**		**2,3**	
Portas de madeira							**5**
Porta corta Fogo							**5**
Rodapés							**0**
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno		0,10	0,00	1	0,00	
	Total rodapés			**0,00**		**0,00**	
Retoque de Pintura							**5**
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							**0**
Limpeza							**5**
Check List							**5**

Durações mínimas das tarefas para pavimento reservatório da Torre 02							
Pacotes de trabalho		**Quant.**	**Produtividade**	**Duração mínima teórica**	**Equipe adotada**	**Duração mínima p/ equipe adotada**	**Duração adotada (dias úteis)**
Estrutura			RUP	Dias	Homens	Dias	**5**
	Forma de Pilares	60,30	0,89	6,09	7	0,87	
	Forma de Viga	117,43	0,65	8,66	7	1,24	
	Forma de escadas		4,22	0,00	7	0,00	
	Forma de laje	30,70	0,43	1,51	7	0,22	
	Total Formas			**16,27**		**2,3**	
	Armação de pilar e viga	1.325,70	0,07	9,93	7	1,42	
	Armação de escada		0,10	0,00	7	0,00	
	Armação de laje	218,24	0,04	1,09	7	0,16	
	Total Armação			**11,02**		**1,6**	
	Concretagem	1 dia		**1,00**		**1**	
Alvenaria							
	Alvenaria 9		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 11,5		1	0,00	15	0,00	
	Alvenaria 14		0,74	0,00	15	0,00	
	Vergas e contravergas	0,00	2	0,00	15	0,00	
	Total alvenaria			**0,00**		**0**	
Instalações emb.							
Contrapiso							
	Regularização		0,40	0,00	7	0,00	
	Escadas		0,42	0,00	7	0,00	
	Total Contrapiso			**0,00**		**0,0**	
Chapisco			0,1	0,00	8	0,00	
Reboco interno							
	Emboço para receber cerâmica		0,6	0,00	15	0,00	
	Emboço para receber pintura		0,6	0,00	15	0,00	
	Total reboco interno			**0,00**		**0,0**	
Forro em Gesso							
	Forro		0,67	0,00	7	0,00	
	Tabica		0,15	0,00	7	0,00	
	Total Forro			**0,00**		**0,0**	
Impermeabilizações							
	Manta asfaltica		1	0,00	5	0,00	
	Pintura semi flexivel		0,5	0,00	5	0,00	
	Pintura flexivel		0,4	0,00	5	0,00	
	Total impermeabilizações			**0,00**		**0,0**	
Massa, lixação e 1ª Demão Pintura							
	Selador p/ pintura		0,15	0,00	10	0,00	
	Selador + massa		0,3	0,00	10	0,00	
	Selador p/ textura		0,15	0,00	10	0,00	
	Total pintura			**0,00**		**0,0**	
Piso Cêramico e Azulejo							
	Ceramica interna parede	0,00	0,61	0,00	8	0,00	
	Tratamento da junta interna		1,88	0,00	8	0,00	
	Piso cerâmico		0,69	0,00	8	0,00	
	Piso porcelanato		0,69	0,00	8	0,00	
	Total piso + azulejo			**0,00**		**0,0**	
Esquadrias							
Fição e Quadros elétricos							
2ª Demão de Pintura							
	Pintura sem massa	0,00	0,25	0,00	10	0,00	
	Retoque massa e pintura	0,00	0,4	0,00	10	0,00	
	Textura	0,00	0,2	0,00	10	0,00	
	Total Pintura			**0,00**		**0,0**	
Portas de madeira							
Porta corta Fogo							
Rodapés							
	Cerâmico		0,09	0,00	1	0,00	
	Poliestireno		0,10	0,00	1	0,00	
	Total rodapés			**0,00**		**0,00**	
Retoque de Pintura							
Acabamentos elétricos e Hidráulicos							
Limpeza							**5**
Check List							**5**

APÊNDICE B – Plano de ataque dos dois pavimentos tipo (Torre 01 e 02) utilizando a ferramenta do gráfico de Gantt.

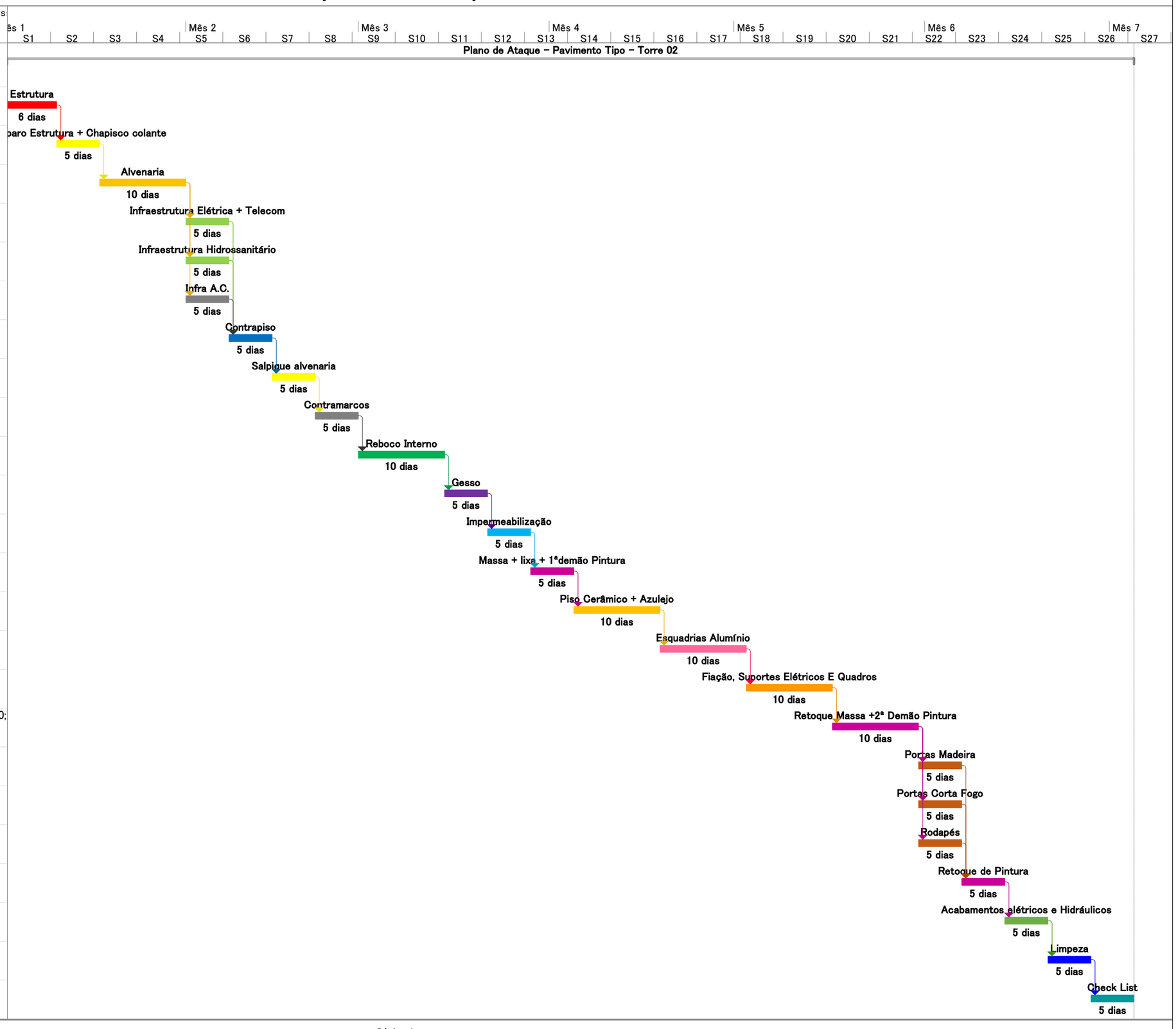
Plano de Ataque - Pavimento Tipo - Torre 01

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predec	Sucess
0	**Plano de Ataque – Pavimento Tipo – Torre 01**	**171 dias**	**03/01/22**	**29/08/22**		
1	1 Estrutura	11 dias	03/01/22	17/01/22		2
2	2 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	18/01/22	24/01/22	1	3
3	3 Alvenaria	15 dias	25/01/22	14/02/22	2	4;5;6
4	4 Infraestrutura Elétrica + Telecom	10 dias	15/02/22	28/02/22	3	7
5	5 Infraestrutura Hidrossanitário	10 dias	15/02/22	28/02/22	3	7
6	6 Infra A.C.	5 dias	15/02/22	21/02/22	3	7
7	7 Contrapiso	5 dias	01/03/22	07/03/22	4;5;6	8
8	8 Salpique alvenaria	5 dias	08/03/22	14/03/22	7	9
9	9 Contramarcos	5 dias	15/03/22	21/03/22	8	10
10	10 Reboco Interno	15 dias	22/03/22	11/04/22	9	11
11	11 Gesso	10 dias	12/04/22	25/04/22	10	12
12	12 Impermeabilização	5 dias	26/04/22	02/05/22	11	13
13	13 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	10 dias	03/05/22	16/05/22	12	14
14	14 Piso Cerâmico + Azulejo	15 dias	17/05/22	06/06/22	13	15
15	15 Esquadrias Alumínio	10 dias	07/06/22	20/06/22	14	16
16	16 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	10 dias	21/06/22	04/07/22	15	17
17	17 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	15 dias	05/07/22	25/07/22	16	19;20;
18	18 Portas Madeira	5 dias	26/07/22	01/08/22	17	21
19	19 Portas Corta Fogo	5 dias	26/07/22	01/08/22	17	21
20	20 Rodapés	5 dias	26/07/22	01/08/22	17	21
21	21 Retoque de Pintura	5 dias	02/08/22	08/08/22	19;20;	22
22	22 Acabamentos elétricos e Hidráulicos	5 dias	09/08/22	15/08/22	21	23
23	23 Limpeza	5 dias	16/08/22	22/08/22	22	24
24	24 Check List	5 dias	23/08/22	29/08/22	23	



Plano de Ataque - Pavimento Tipo - Torre 02

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predec	Sucess
0	**Plano de Ataque – Pavimento Tipo – Torre 02**	**131 dias**	**03/01/22**	**04/07/22**		
1	1 Estrutura	6 dias	03/01/22	10/01/22		2
2	2 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	11/01/22	17/01/22	1	3
3	3 Alvenaria	10 dias	18/01/22	31/01/22	2	4;5;6
4	4 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	01/02/22	07/02/22	3	7
5	5 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	01/02/22	07/02/22	3	7
6	6 Infra A.C.	5 dias	01/02/22	07/02/22	3	7
7	7 Contrapiso	5 dias	08/02/22	14/02/22	4;5;6	8
8	8 Salpique alvenaria	5 dias	15/02/22	21/02/22	7	9
9	9 Contramarcos	5 dias	22/02/22	28/02/22	8	10
10	10 Reboco Interno	10 dias	01/03/22	14/03/22	9	11
11	11 Gesso	5 dias	15/03/22	21/03/22	10	12
12	12 Impermeabilização	5 dias	22/03/22	28/03/22	11	13
13	13 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	29/03/22	04/04/22	12	14
14	14 Piso Cerâmico + Azulejo	10 dias	05/04/22	18/04/22	13	15
15	15 Esquadrias Alumínio	10 dias	19/04/22	02/05/22	14	16
16	16 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	10 dias	03/05/22	16/05/22	15	17
17	17 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	10 dias	17/05/22	30/05/22	16	19;20;
18	18 Portas Madeira	5 dias	31/05/22	06/06/22	17	21
19	19 Portas Corta Fogo	5 dias	31/05/22	06/06/22	17	21
20	20 Rodapés	5 dias	31/05/22	06/06/22	17	21
21	21 Retoque de Pintura	5 dias	07/06/22	13/06/22	19;20;	22
22	22 Acabamentos elétricos e Hidráulicos	5 dias	14/06/22	20/06/22	21	23
23	23 Limpeza	5 dias	21/06/22	27/06/22	22	24
24	24 Check List	5 dias	28/06/22	04/07/22	23	



APÊNDICE C – Tabela com o resumo de todas as informações coletadas e calculadas de todos os pavimentos.

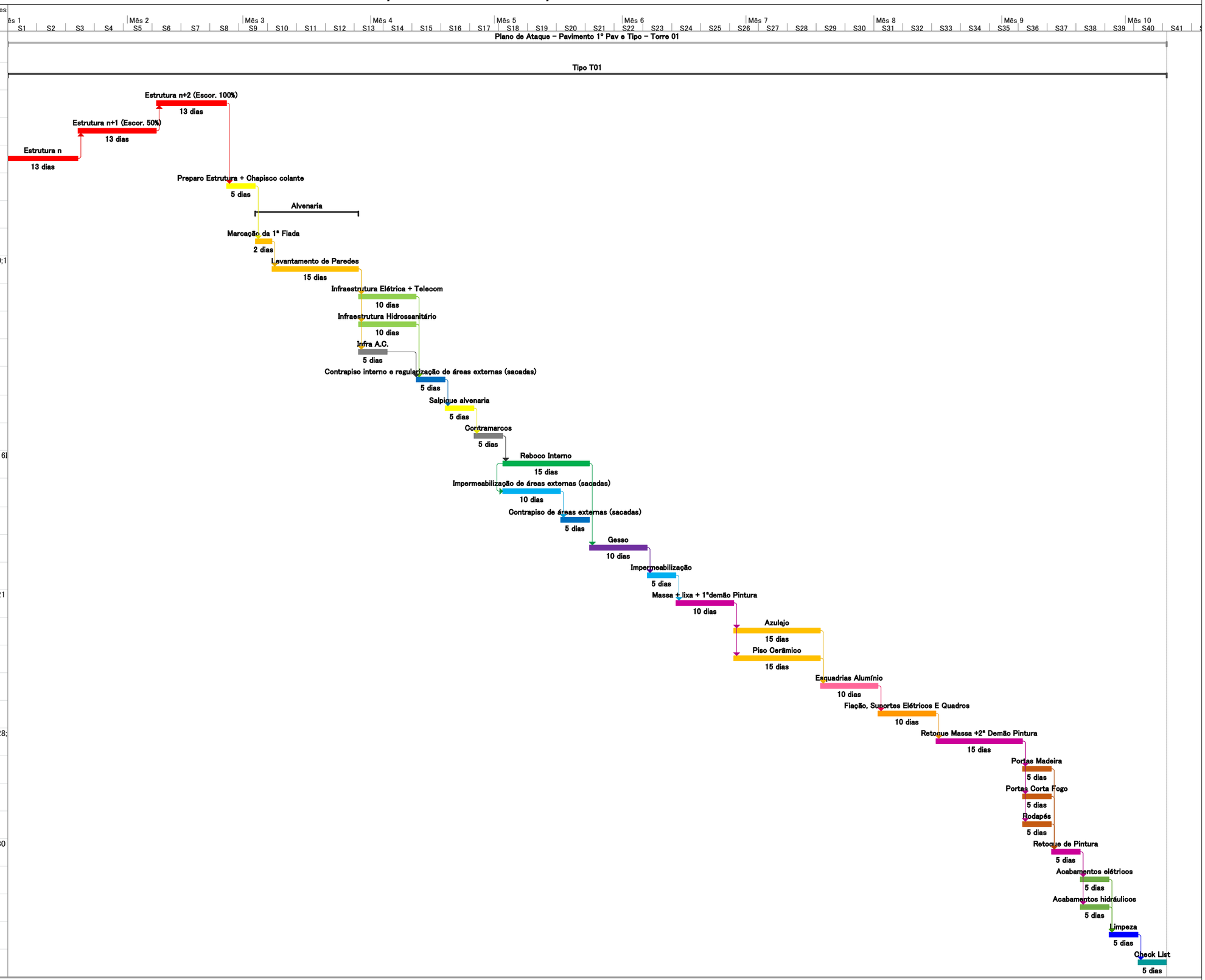
PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO - DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

Nº		PREDECE	GARAGEM 01			GARAGEM 02			GARAGEM 03			PLAYGROUND			1º PAV. T01			TIPO T01 (10X)			COBERTURA T01			RESERV. T01			1º PAV. T02			TIPO T02 (10X)			COBERTURA T02		
			Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)	Quant.	Nº PROF.	DURAÇÃO (dias)
1	ESTRUTURA			30	20		30	30		30	20		30	30		30	13		30	11		30	10		14	6		30	7		30	6		30	7
2	PREPARO ESTRUTURA + CHAPISCO COLANTE	1			5			5			5			5			5			5								5			5			5
3	ALVENARIA	2	1317,7	15	15			20	1571	15	15	1926	15	15	2088	15	15	1960	15	15	489	7	10				956	15	10		15	10		7	10
4	INFRAESTRUTURA ELÉTRICA + TELECOM	3			10			10			10			10			10			10			5					5			5			5
5	INFRAESTRUTURA HIDROSSANITÁRIO	3			10			10			10			10			10			10			5					5			5			5
6	INFRA AR CONDICIONADO	3									5			5			5			5								5			5			5
7	CONTRAPISO	4;5;6	336,72	7	5			10	278	7	5	903	7	5	818	7	6	665	7	5	418	7	5				333	7	5	308	7	5	198	7	5
8	CHAPISCO	7	1397,9	8	5	2909	8	5	2313	8	5	3398	8	10	3402	8	5	3258	8	5	620	2	5				1513	8	5	1543	8	5	366	2	5
9	CONTRAMARCO	8			5			5			5			5			5			5								5			5			5
10	REBOCO INTERNO	9	1397,9	15	10	2909	15	15	2313	15	15	3398	15	20	3402	15	16	3258	15	15	620	5	10				1513	15	10	1543	15	10	366	5	10
11	GESSO	10			0	487	7	10	312	7	10	310	7	5	699	7	10	631	7	10							304	7	5	291	7	5			
12	IMPERMEABILIZAÇÃO	11	372,14	5	10	999	5	10	1463	5	10	1351	10	15	520	5	10	329	5	5	623	10	10				195	5	5	164	5	5	319	10	5
13	MASSA + LIXA + 1ª DEMÃO PINTURA	12	3482,6	10	10	3679	10	10	3243	10	15	1858	10	10	3239	10	15	3018	10	10	645	4	5				1428	10	5	1321	10	5	360	4	5
14	PISO CERÂMICO + AZULEJO	13	43,53	5	5	1519	8	20	399	8	10	895	8	15	1604	8	15	1536	8	15							711	8	10	822	8	10			
15	PISO EM CONCRETO POLIDO	14			30			30			30																							
16	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	15			10			10			10			10			10			10			5					10			10			5
17	FIAÇÃO, SUPORTES ELÉTRICOS E QUADROS	16			10			10			10			10			10			10			5					10			10			5
18	RETOQUE MASSA + 2ª DEMÃO PINTURA	17	3482,6	10	10			10	3243	10	10	1858	10	10	3239	10	15	3018	10	15	645	4	5				1428	10	10	1321	10	10	360	4	5
19	PORTAS DE MADEIRA	18			5			5			5			5			5			5			5					5			5			5
20	PORTAS CORTA FOGO	18			5			5			5			5			5			5			5					5			5			5
21	RODAPÉS	18				442	1	5	117	1	5			5	418	1	5	379	1	5							183	1	5	155	1	5			
22	RETOQUE DE PINTURA + PINTURA EM PISO	;20;21	2315,3	10	10	1321	10	10	1401	10	5			5	74	1	5			5			5					5			5			5
23	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS	22			5			5			5			5			5			5			5					5			5			5
24	LIMPEZA	23			5			5			5			5			5			5			5					5			5			5
25	CHECK LIST	24			5			5			5			5			5			5			5					5			5			5

APÊNDICE D – Plano de ataque de todos os pavimentos.

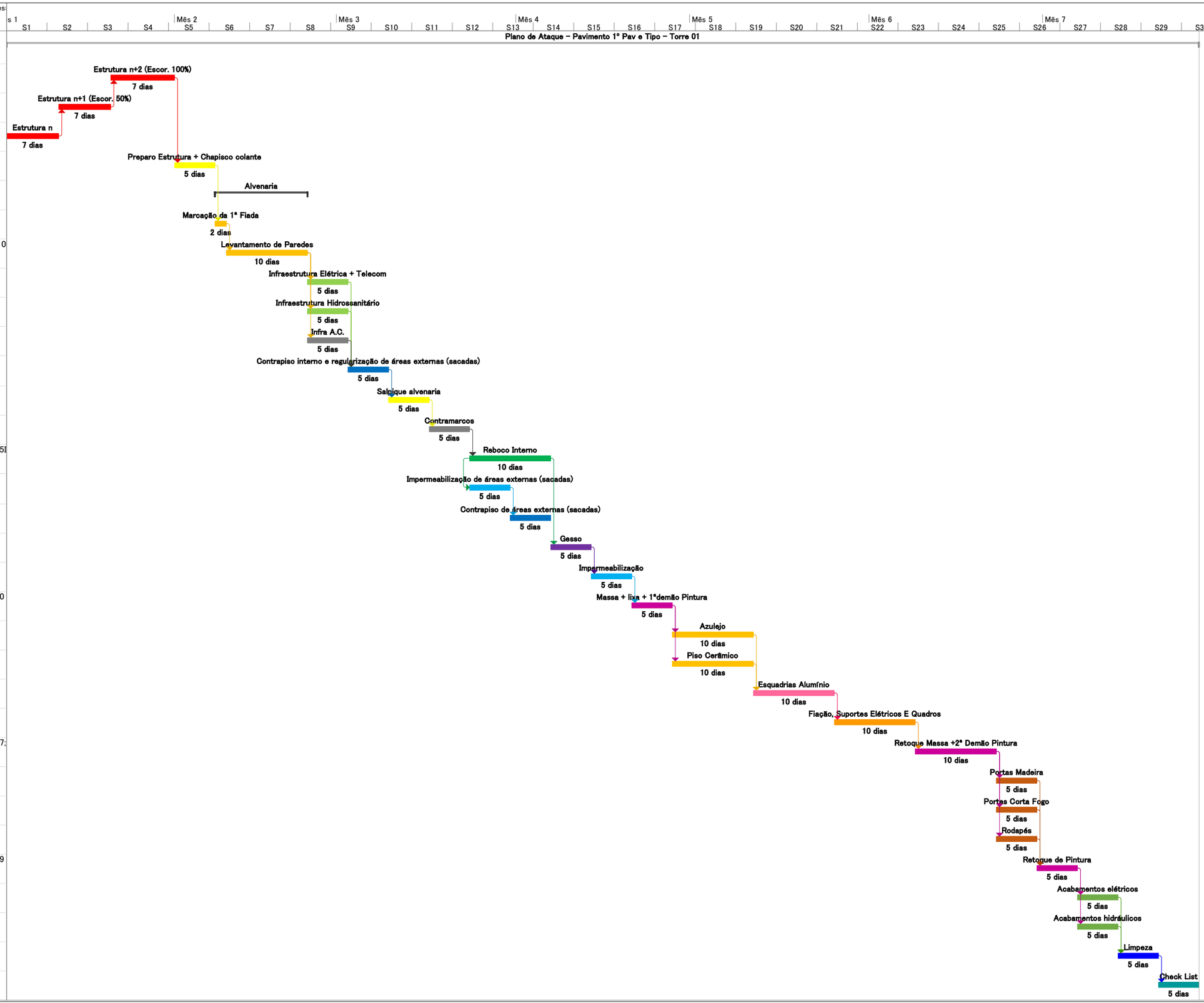
Plano de Ataque - Pavimento 1º Pav e Tipo - Torre 01

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predec	Sucess
0	**Plano de Ataque – Pavimento 1º Pav e Tipo – Torre 01**	**201 dias**	**03/01/22**	**10/10/22**		
1	**1 Tipo T01**	**201 dias**	**03/01/22**	**10/10/22**		
2	1.1 Estrutura n+2 (Escor. 100%)	13 dias	08/02/22	24/02/22	3	5
3	1.2 Estrutura n+1 (Escor. 50%)	13 dias	20/01/22	07/02/22	4	2
4	1.3 Estrutura n	13 dias	03/01/22	19/01/22		3
5	1.4 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	25/02/22	03/03/22	2	7
6	**1.5 Alvenaria**	**17 dias**	**04/03/22**	**28/03/22**		
7	1.5.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	04/03/22	07/03/22	5	8
8	1.5.2 Levantamento de Paredes	15 dias	08/03/22	28/03/22	7	9;10;1
9	1.6 Infraestrutura Elétrica + Telecom	10 dias	29/03/22	11/04/22	8	12
10	1.7 Infraestrutura Hidrossanitário	10 dias	29/03/22	11/04/22	8	12
11	1.8 Infra A.C.	5 dias	29/03/22	04/04/22	8	12
12	1.9 Contrapiso interno e regularização de	5 dias	12/04/22	18/04/22	9;10;1	13
13	1.10 Salpique alvenaria	5 dias	19/04/22	25/04/22	12	14
14	1.11 Contramarcos	5 dias	26/04/22	02/05/22	13	15
15	1.12 Reboco Interno	15 dias	03/05/22	23/05/22	14	18;16I
16	1.13 Impermeabilização de áreas externas	10 dias	03/05/22	16/05/22	15II	17
17	1.14 Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5 dias	17/05/22	23/05/22	16	
18	1.15 Gesso	10 dias	24/05/22	06/06/22	15	19
19	1.16 Impermeabilização	5 dias	07/06/22	13/06/22	18	20
20	1.17 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	10 dias	14/06/22	27/06/22	19	22;21
21	1.18 Azulejo	15 dias	28/06/22	18/07/22	20	23
22	1.19 Piso Cerâmico	15 dias	28/06/22	18/07/22	20	23
23	1.20 Esquadrias Alumínio	10 dias	19/07/22	01/08/22	22;21	24
24	1.21 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	10 dias	02/08/22	15/08/22	23	25
25	1.22 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	15 dias	16/08/22	05/09/22	24	27;28;
26	1.23 Portas Madeira	5 dias	06/09/22	12/09/22	25	29
27	1.24 Portas Corta Fogo	5 dias	06/09/22	12/09/22	25	29
28	1.25 Rodapés	5 dias	06/09/22	12/09/22	25	29
29	1.26 Retoque de Pintura	5 dias	13/09/22	19/09/22	27;28;	31;30
30	1.27 Acabamentos elétricos	5 dias	20/09/22	26/09/22	29	32
31	1.28 Acabamentos hidráulicos	5 dias	20/09/22	26/09/22	29	32
32	1.29 Limpeza	5 dias	27/09/22	03/10/22	31;30	33
33	1.30 Check List	5 dias	04/10/22	10/10/22	32	



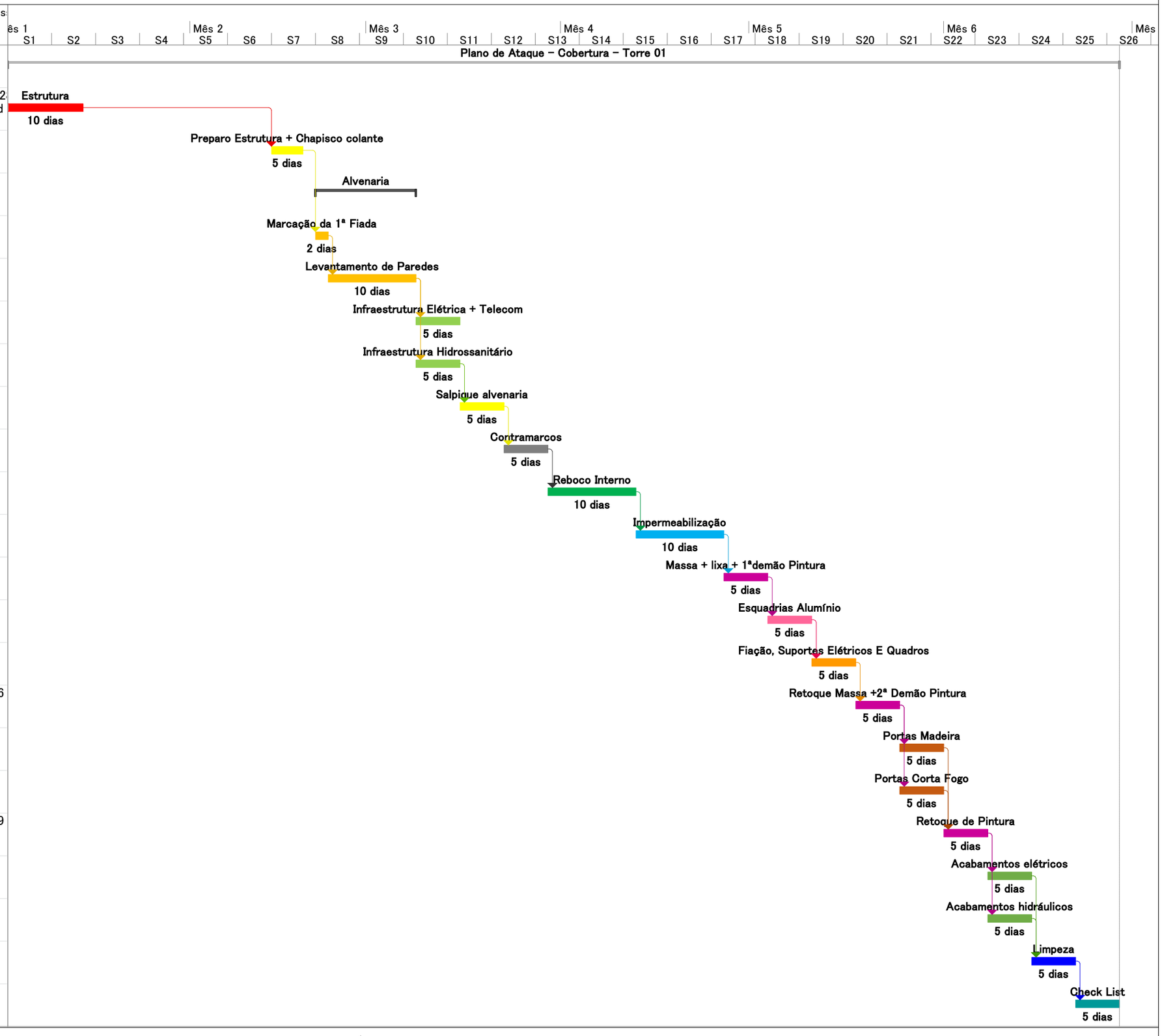
Plano de Ataque - Pavimento 1º Pav e Tipo - Torre 01

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predec	Sucess
0	**Plano de Ataque – Pavimento 1º Pav e Tipo – Torre 01**	**148 dias**	**03/01/22**	**27/07/22**		
1	1 Estrutura n+2 (Escor. 100%)	7 dias	21/01/22	31/01/22	2	4
2	2 Estrutura n+1 (Escor. 50%)	7 dias	12/01/22	20/01/22	3	1
3	3 Estrutura n	7 dias	03/01/22	11/01/22		2
4	4 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	01/02/22	07/02/22	1	6
5	**5 Alvenaria**	**12 dias**	**08/02/22**	**23/02/22**		
6	5.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	08/02/22	09/02/22	4	7
7	5.2 Levantamento de Paredes	10 dias	10/02/22	23/02/22	6	8;9;10
8	6 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	24/02/22	02/03/22	7	11
9	7 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	24/02/22	02/03/22	7	11
10	8 Infra A.C.	5 dias	24/02/22	02/03/22	7	11
11	9 Contrapiso interno e regularização de áreas externas	5 dias	03/03/22	09/03/22	8;9;10	12
12	10 Salpique alvenaria	5 dias	10/03/22	16/03/22	11	13
13	11 Contramarcos	5 dias	17/03/22	23/03/22	12	14
14	12 Reboco Interno	10 dias	24/03/22	06/04/22	13	17;15I
15	13 Impermeabilização de áreas externas (sacadas)	5 dias	24/03/22	30/03/22	14II	16
16	14 Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5 dias	31/03/22	06/04/22	15	
17	15 Gesso	5 dias	07/04/22	13/04/22	14	18
18	16 Impermeabilização	5 dias	14/04/22	20/04/22	17	19
19	17 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	21/04/22	27/04/22	18	21;20
20	18 Azulejo	10 dias	28/04/22	11/05/22	19	22
21	19 Piso Cerâmico	10 dias	28/04/22	11/05/22	19	22
22	20 Esquadrias Alumínio	10 dias	12/05/22	25/05/22	21;20	23
23	21 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	10 dias	26/05/22	08/06/22	22	24
24	22 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	10 dias	09/06/22	22/06/22	23	26;27;
25	23 Portas Madeira	5 dias	23/06/22	29/06/22	24	28
26	24 Portas Corta Fogo	5 dias	23/06/22	29/06/22	24	28
27	25 Rodapés	5 dias	23/06/22	29/06/22	24	28
28	26 Retoque de Pintura	5 dias	30/06/22	06/07/22	26;27;	30;29
29	27 Acabamentos elétricos	5 dias	07/07/22	13/07/22	28	31
30	28 Acabamentos hidráulicos	5 dias	07/07/22	13/07/22	28	31
31	29 Limpeza	5 dias	14/07/22	20/07/22	30;29	32
32	30 Check List	5 dias	21/07/22	27/07/22	31	



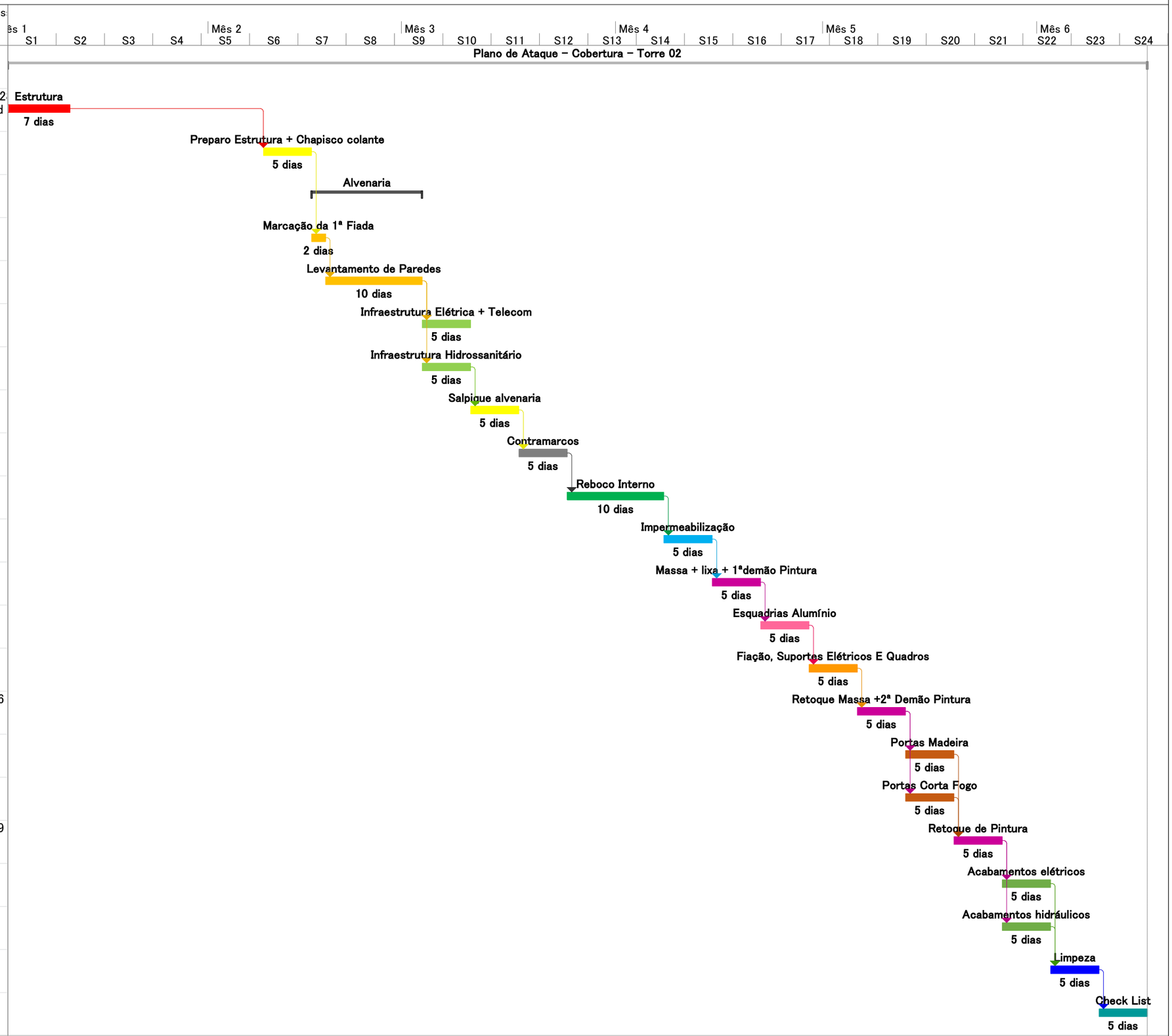
Plano de Ataque - Cobertura - Torre 01

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Prede	Suces
0	**Plano de Ataque – Cobertura – Torre 01**	**127 dias**	**03/01/22**	**28/06/22**		
1	1 Estrutura	10 dias	03/01/22	14/01/22		2TI+2 diasd
2	2 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	14/02/22	18/02/22	1TI+2 diasd	4
3	**3 Alvenaria**	**12 dias**	**21/02/22**	**08/03/22**		
4	3.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	21/02/22	22/02/22	2	5
5	3.2 Levantamento de Paredes	10 dias	23/02/22	08/03/22	4	6;7
6	4 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	09/03/22	15/03/22	5	
7	5 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	09/03/22	15/03/22	5	8
8	6 Salpique alvenaria	5 dias	16/03/22	22/03/22	7	9
9	7 Contramarcos	5 dias	23/03/22	29/03/22	8	10
10	8 Reboco Interno	10 dias	30/03/22	12/04/22	9	11
11	9 Impermeabilização	10 dias	13/04/22	26/04/22	10	12
12	10 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	27/04/22	03/05/22	11	13
13	11 Esquadrias Alumínio	5 dias	04/05/22	10/05/22	12	14
14	12 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	5 dias	11/05/22	17/05/22	13	15
15	13 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	5 dias	18/05/22	24/05/22	14	17;16
16	14 Portas Madeira	5 dias	25/05/22	31/05/22	15	18
17	15 Portas Corta Fogo	5 dias	25/05/22	31/05/22	15	18
18	16 Retoque de Pintura	5 dias	01/06/22	07/06/22	17;16	20;19
19	17 Acabamentos elétricos	5 dias	08/06/22	14/06/22	18	21
20	18 Acabamentos hidráulicos	5 dias	08/06/22	14/06/22	18	21
21	19 Limpeza	5 dias	15/06/22	21/06/22	20;19	22
22	20 Check List	5 dias	22/06/22	28/06/22	21	



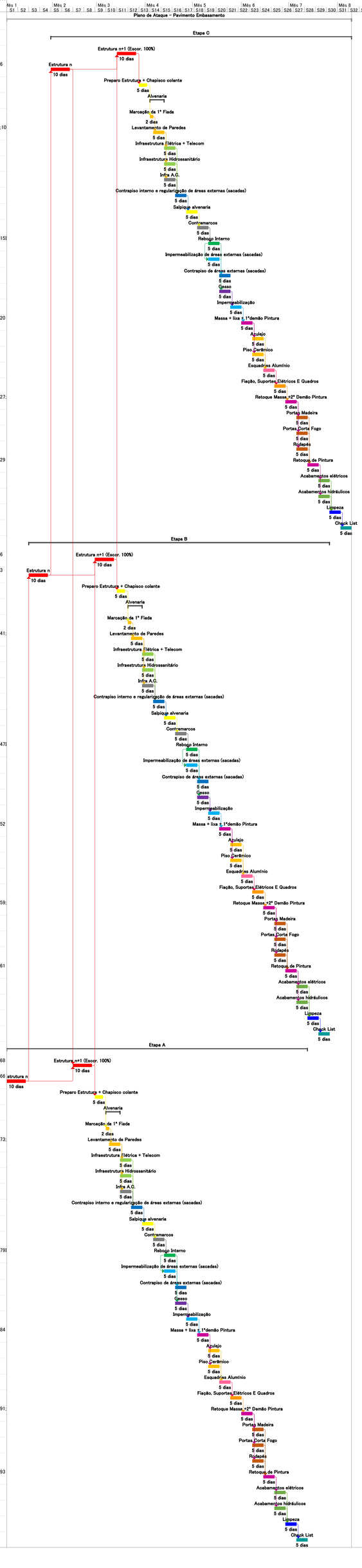
Plano de Ataque - Cobertura - Torre 02

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Prede	Suces
0	**Plano de Ataque – Cobertura – Torre 02**	**119 dias**	**03/01/22**	**16/06/22**		
1	1 Estrutura	7 dias	03/01/22	11/01/22		2TI+2 diasd
2	2 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	09/02/22	15/02/22	1TI+2 diasd	4
3	**3 Alvenaria**	**12 dias**	**16/02/22**	**03/03/22**		
4	3.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	16/02/22	17/02/22	2	5
5	3.2 Levantamento de Paredes	10 dias	18/02/22	03/03/22	4	6;7
6	4 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	04/03/22	10/03/22	5	
7	5 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	04/03/22	10/03/22	5	8
8	6 Salpique alvenaria	5 dias	11/03/22	17/03/22	7	9
9	7 Contramarcos	5 dias	18/03/22	24/03/22	8	10
10	8 Reboco Interno	10 dias	25/03/22	07/04/22	9	11
11	9 Impermeabilização	5 dias	08/04/22	14/04/22	10	12
12	10 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	15/04/22	21/04/22	11	13
13	11 Esquadrias Alumínio	5 dias	22/04/22	28/04/22	12	14
14	12 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	5 dias	29/04/22	05/05/22	13	15
15	13 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	5 dias	06/05/22	12/05/22	14	17;16
16	14 Portas Madeira	5 dias	13/05/22	19/05/22	15	18
17	15 Portas Corta Fogo	5 dias	13/05/22	19/05/22	15	18
18	16 Retoque de Pintura	5 dias	20/05/22	26/05/22	17;16	20;19
19	17 Acabamentos elétricos	5 dias	27/05/22	02/06/22	18	21
20	18 Acabamentos hidráulicos	5 dias	27/05/22	02/06/22	18	21
21	19 Limpeza	5 dias	03/06/22	09/06/22	20;19	22
22	20 Check List	5 dias	10/06/22	16/06/22	21	



Plano de Ataque - Pavimento Embasamento

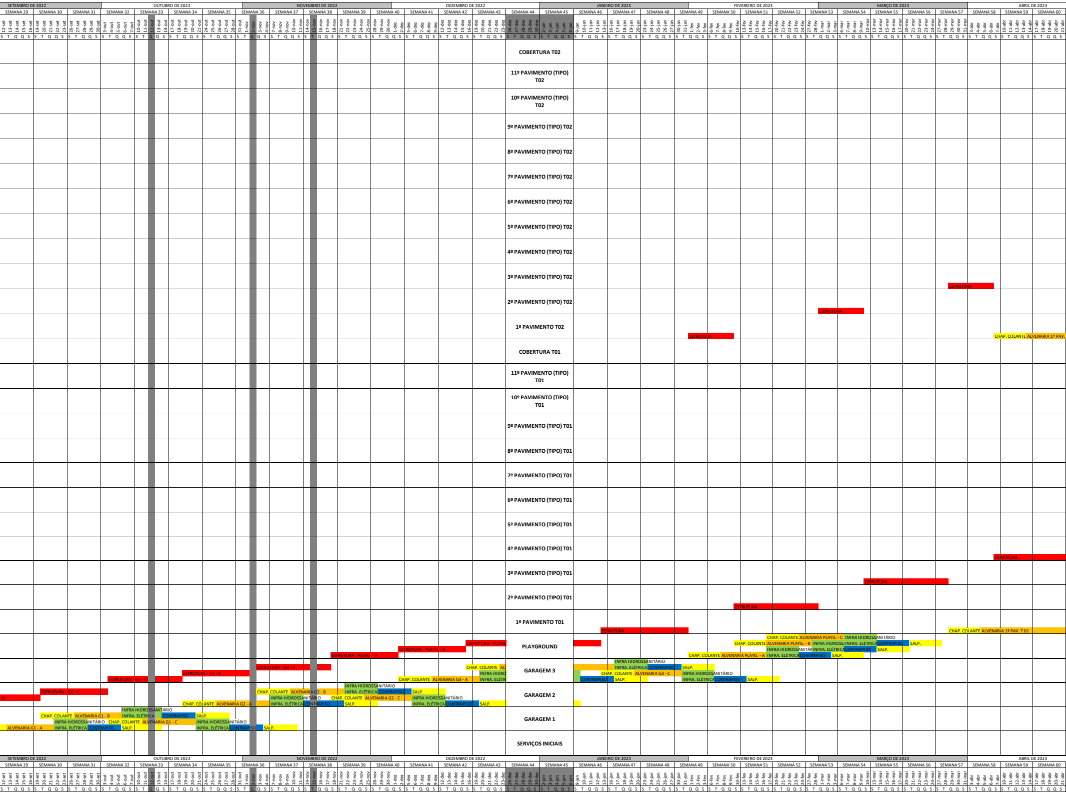
Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predec	Sucess
0	**Plano de Ataque – Pavimento Embasamento**	**157 dias**	**03/01/22**	**09/08/22**		
1	**1 Etapa C**	**137 dias**	**31/01/22**	**09/08/22**		
2	1.1 Estrutura n+1 (Escor. 100%)	10 dias	14/03/22	25/03/22	3;34	4
3	1.2 Estrutura n	10 dias	31/01/22	11/02/22	35	2;66
4	1.3 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	28/03/22	01/04/22	2	6
5	**1.4 Alvenaria**	**7 dias**	**04/04/22**	**12/04/22**		
6	1.4.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	04/04/22	05/04/22	4	7
7	1.4.2 Levantamento de Paredes	5 dias	06/04/22	12/04/22	6	8;9;10
8	1.5 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	13/04/22	19/04/22	7	11
9	1.6 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	13/04/22	19/04/22	7	11
10	1.7 Infra A.C.	5 dias	13/04/22	19/04/22	7	11
11	1.8 Contrapiso interno e regularização de	5 dias	20/04/22	26/04/22	8;9;10	12
12	1.9 Salpique alvenaria	5 dias	27/04/22	03/05/22	11	13
13	1.10 Contramarcos	5 dias	04/05/22	10/05/22	12	14
14	1.11 Reboco Interno	5 dias	11/05/22	17/05/22	13	17;15
15	1.12 Impermeabilização de áreas externas	5 dias	11/05/22	17/05/22	14	16
16	1.13 Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5 dias	18/05/22	24/05/22	15	
17	1.14 Gesso	5 dias	18/05/22	24/05/22	14	18
18	1.15 Impermeabilização	5 dias	25/05/22	31/05/22	17	19
19	1.16 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	01/06/22	07/06/22	18	21;20
20	1.17 Azulejo	5 dias	08/06/22	14/06/22	19	22
21	1.18 Piso Cerâmico	5 dias	08/06/22	14/06/22	19	22
22	1.19 Esquadrias Alumínio	5 dias	15/06/22	21/06/22	20;21	23
23	1.20 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	5 dias	22/06/22	28/06/22	22	24
24	1.21 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	5 dias	29/06/22	05/07/22	23	26;27
25	1.22 Portas Madeira	5 dias	06/07/22	12/07/22	24	28
26	1.23 Portas Corta Fogo	5 dias	06/07/22	12/07/22	24	28
27	1.24 Rodapés	5 dias	06/07/22	12/07/22	24	28
28	1.25 Retoque de Pintura	5 dias	13/07/22	19/07/22	25;26	30;29
29	1.26 Acabamentos elétricos	5 dias	20/07/22	26/07/22	28	31
30	1.27 Acabamentos hidráulicos	5 dias	20/07/22	26/07/22	28	31
31	1.28 Limpeza	5 dias	27/07/22	02/08/22	29;30	32
32	1.29 Check List	5 dias	03/08/22	09/08/22	31	
33	**2 Etapa B**	**137 dias**	**17/01/22**	**26/07/22**		
34	2.1 Estrutura n+1 (Escor. 100%)	10 dias	28/02/22	11/03/22	35;66	2;36
35	2.2 Estrutura n	10 dias	17/01/22	28/01/22	67	34;3
36	2.3 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	14/03/22	18/03/22	34	38
37	**2.4 Alvenaria**	**7 dias**	**21/03/22**	**29/03/22**		
38	2.4.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	21/03/22	22/03/22	36	39
39	2.4.2 Levantamento de Paredes	5 dias	23/03/22	29/03/22	38	40;41
40	2.5 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	30/03/22	05/04/22	39	43
41	2.6 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	30/03/22	05/04/22	39	43
42	2.7 Infra A.C.	5 dias	30/03/22	05/04/22	39	43
43	2.8 Contrapiso interno e regularização de	5 dias	06/04/22	12/04/22	40;41	44
44	2.9 Salpique alvenaria	5 dias	13/04/22	19/04/22	43	45
45	2.10 Contramarcos	5 dias	20/04/22	26/04/22	44	46
46	2.11 Reboco Interno	5 dias	27/04/22	03/05/22	45	49;47
47	2.12 Impermeabilização de áreas externas	5 dias	27/04/22	03/05/22	46	48
48	2.13 Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5 dias	04/05/22	10/05/22	47	
49	2.14 Gesso	5 dias	04/05/22	10/05/22	46	50
50	2.15 Impermeabilização	5 dias	11/05/22	17/05/22	49	51
51	2.16 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	18/05/22	24/05/22	50	53;52
52	2.17 Azulejo	5 dias	25/05/22	31/05/22	51	54
53	2.18 Piso Cerâmico	5 dias	25/05/22	31/05/22	51	54
54	2.19 Esquadrias Alumínio	5 dias	01/06/22	07/06/22	52;53	55
55	2.20 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	5 dias	08/06/22	14/06/22	54	56
56	2.21 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	5 dias	15/06/22	21/06/22	55	58;59
57	2.22 Portas Madeira	5 dias	22/06/22	28/06/22	56	60
58	2.23 Portas Corta Fogo	5 dias	22/06/22	28/06/22	56	60
59	2.24 Rodapés	5 dias	22/06/22	28/06/22	56	60
60	2.25 Retoque de Pintura	5 dias	29/06/22	05/07/22	57;58	62;61
61	2.26 Acabamentos elétricos	5 dias	06/07/22	12/07/22	60	63
62	2.27 Acabamentos hidráulicos	5 dias	06/07/22	12/07/22	60	63
63	2.28 Limpeza	5 dias	13/07/22	19/07/22	61;62	64
64	2.29 Check List	5 dias	20/07/22	26/07/22	63	
65	**3 Etapa A**	**137 dias**	**03/01/22**	**12/07/22**		
66	3.1 Estrutura n+1 (Escor. 100%)	10 dias	14/02/22	25/02/22	3;67	34;68
67	3.2 Estrutura n	10 dias	03/01/22	14/01/22		35;66
68	3.3 Preparo Estrutura + Chapisco colante	5 dias	28/02/22	04/03/22	66	70
69	**3.4 Alvenaria**	**7 dias**	**07/03/22**	**15/03/22**		
70	3.4.1 Marcação da 1ª Fiada	2 dias	07/03/22	08/03/22	68	71
71	3.4.2 Levantamento de Paredes	5 dias	09/03/22	15/03/22	70	72;73
72	3.5 Infraestrutura Elétrica + Telecom	5 dias	16/03/22	22/03/22	71	75
73	3.6 Infraestrutura Hidrossanitário	5 dias	16/03/22	22/03/22	71	75
74	3.7 Infra A.C.	5 dias	16/03/22	22/03/22	71	75
75	3.8 Contrapiso interno e regularização de	5 dias	23/03/22	29/03/22	72;73	76
76	3.9 Salpique alvenaria	5 dias	30/03/22	05/04/22	75	77
77	3.10 Contramarcos	5 dias	06/04/22	12/04/22	76	78
78	3.11 Reboco Interno	5 dias	13/04/22	19/04/22	77	81;79
79	3.12 Impermeabilização de áreas externas	5 dias	13/04/22	19/04/22	78	80
80	3.13 Contrapiso de áreas externas (sacadas)	5 dias	20/04/22	26/04/22	79	
81	3.14 Gesso	5 dias	20/04/22	26/04/22	78	82
82	3.15 Impermeabilização	5 dias	27/04/22	03/05/22	81	83
83	3.16 Massa + lixa + 1ªdemão Pintura	5 dias	04/05/22	10/05/22	82	85;84
84	3.17 Azulejo	5 dias	11/05/22	17/05/22	83	86
85	3.18 Piso Cerâmico	5 dias	11/05/22	17/05/22	83	86
86	3.19 Esquadrias Alumínio	5 dias	18/05/22	24/05/22	85;84	87
87	3.20 Fiação, Suportes Elétricos E Quadros	5 dias	25/05/22	31/05/22	86	88
88	3.21 Retoque Massa +2ª Demão Pintura	5 dias	01/06/22	07/06/22	87	90;91
89	3.22 Portas Madeira	5 dias	08/06/22	14/06/22	88	92
90	3.23 Portas Corta Fogo	5 dias	08/06/22	14/06/22	88	92
91	3.24 Rodapés	5 dias	08/06/22	14/06/22	88	92
92	3.25 Retoque de Pintura	5 dias	15/06/22	21/06/22	90;91;94	93
93	3.26 Acabamentos elétricos	5 dias	22/06/22	28/06/22	92	95
94	3.27 Acabamentos hidráulicos	5 dias	22/06/22	28/06/22	92	95
95	3.28 Limpeza	5 dias	29/06/22	05/07/22	94;93	96
96	3.29 Check List	5 dias	06/07/22	12/07/22	95	



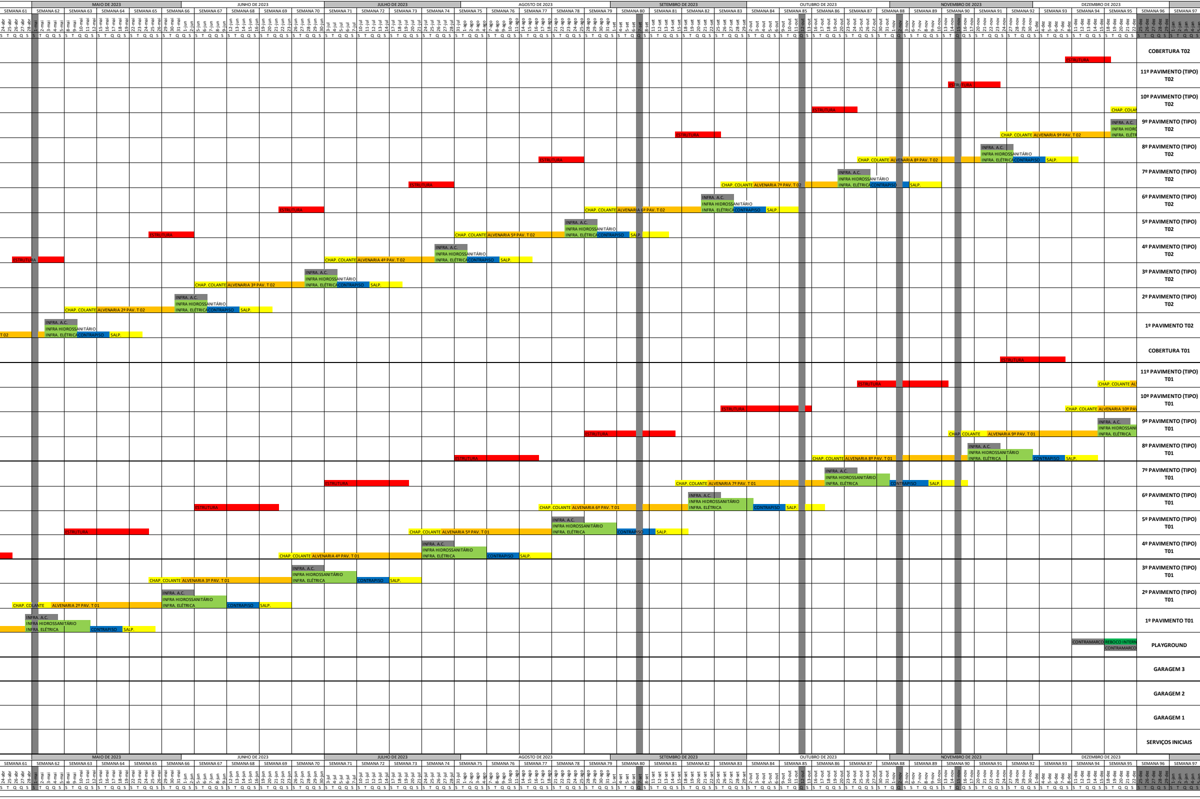
APÊNDICE E – Planejamento em Linha de Balanço.

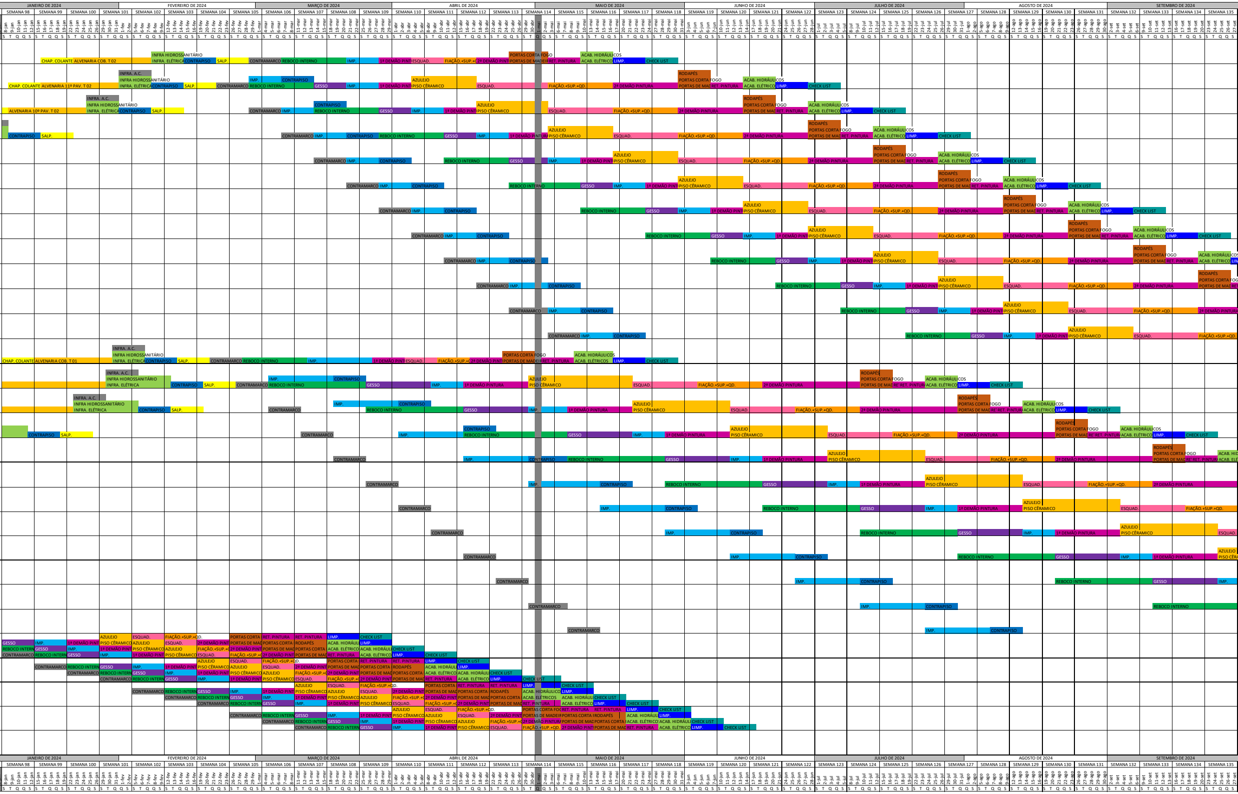
LINHA DE BALANÇO TONS DE BRISA	ABRIL DE 2022				MAIO DE 2022					JUNHO DE 2022				JULHO DE 2022				AGOSTO DE 2022					
	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28
	4-abr 5-abr 6-abr 7-abr 8-abr	11-abr 12-abr 13-abr 14-abr 15-abr	18-abr 19-abr 20-abr 21-abr 22-abr	25-abr 26-abr 27-abr 28-abr 29-abr	2-mai 3-mai 4-mai 5-mai 6-mai	9-mai 10-mai 11-mai 12-mai 13-mai	16-mai 17-mai 18-mai 19-mai 20-mai	23-mai 24-mai 25-mai 26-mai 27-mai	30-mai 31-mai 1-jun 2-jun 3-jun	6-jun 7-jun 8-jun 9-jun 10-jun	13-jun 14-jun 15-jun 16-jun 17-jun	20-jun 21-jun 22-jun 23-jun 24-jun	27-jun 28-jun 29-jun 30-jun 1-jul	4-jul 5-jul 6-jul 7-jul 8-jul	11-jul 12-jul 13-jul 14-jul 15-jul	18-jul 19-jul 20-jul 21-jul 22-jul	25-jul 26-jul 27-jul 28-jul 29-jul	1-ago 2-ago 3-ago 4-ago 5-ago	8-ago 9-ago 10-ago 11-ago 12-ago	15-ago 16-ago 17-ago 18-ago 19-ago	22-ago 23-ago 24-ago 25-ago 26-ago	29-ago 30-ago 31-ago 1-set 2-set	5-set 6-set 7-set 8-set 9-set
	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S
COBERTURA T02																							
11º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
10º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
9º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
8º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
7º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
6º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
5º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
4º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
3º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
2º PAVIMENTO (TIPO) T02																							
1º PAVIMENTO T02																							
COBERTURA T01																							
11º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
10º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
9º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
8º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
7º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
6º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
5º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
4º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
3º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
2º PAVIMENTO (TIPO) T01																							
1º PAVIMENTO T01																							
PLAYGROUND																							
GARAGEM 3																							
GARAGEM 2																					ESTRUTURA - G2 - A		ESTRUTURA - G2
GARAGEM 1															ESTRUTURA - G1 - A		ESTRUTURA - G1 - B		ESTRUTURA - G1 - C				CHAP. COLANTE
SERVIÇOS INICIAIS	TAPUME E PLACA DE OBRA LIMPEZA DO TERRENO SONDAGEM DO TERRENO		INST. CANTEIRO DE OBRAS	LOCAÇÃO DA OBRA		FUNDAÇÕES PROFUNDAS			BLOCOS DE FUNDAÇÃO E VIGAS BALDRAMES														

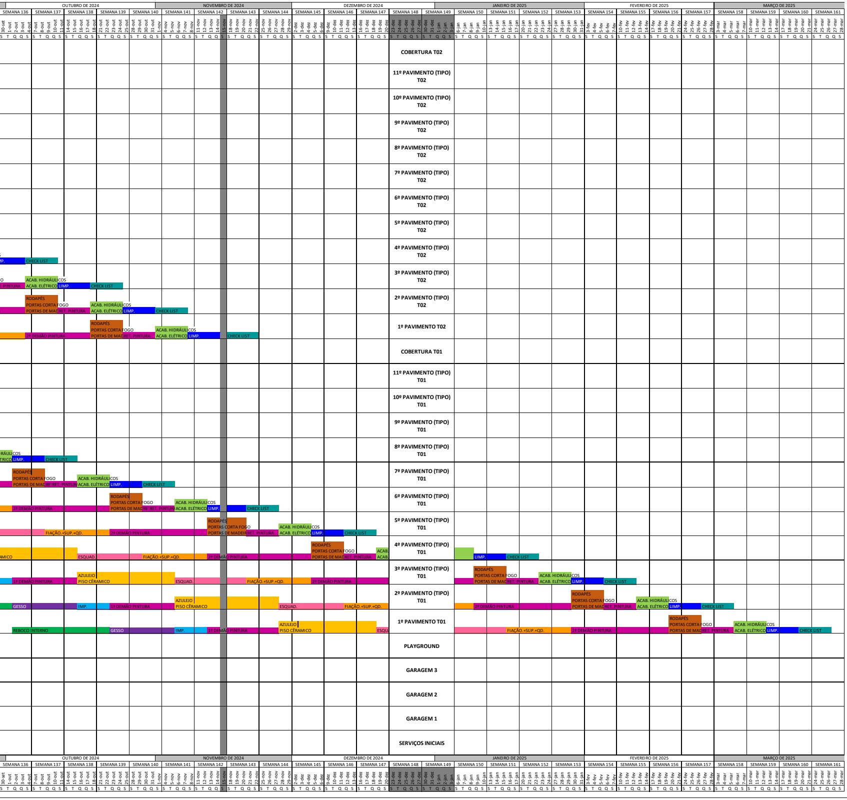
LINHA DE BALANÇO TONS DE BRISA	ABRIL DE 2022				MAIO DE 2022					JUNHO DE 2022				JULHO DE 2022				AGOSTO DE 2022					
	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28
	4-abr 5-abr 6-abr 7-abr 8-abr	11-abr 12-abr 13-abr 14-abr 15-abr	18-abr 19-abr 20-abr 21-abr 22-abr	25-abr 26-abr 27-abr 28-abr 29-abr	2-mai 3-mai 4-mai 5-mai 6-mai	9-mai 10-mai 11-mai 12-mai 13-mai	16-mai 17-mai 18-mai 19-mai 20-mai	23-mai 24-mai 25-mai 26-mai 27-mai	30-mai 31-mai 1-jun 2-jun 3-jun	6-jun 7-jun 8-jun 9-jun 10-jun	13-jun 14-jun 15-jun 16-jun 17-jun	20-jun 21-jun 22-jun 23-jun 24-jun	27-jun 28-jun 29-jun 30-jun 1-jul	4-jul 5-jul 6-jul 7-jul 8-jul	11-jul 12-jul 13-jul 14-jul 15-jul	18-jul 19-jul 20-jul 21-jul 22-jul	25-jul 26-jul 27-jul 28-jul 29-jul	1-ago 2-ago 3-ago 4-ago 5-ago	8-ago 9-ago 10-ago 11-ago 12-ago	15-ago 16-ago 17-ago 18-ago 19-ago	22-ago 23-ago 24-ago 25-ago 26-ago	29-ago 30-ago 31-ago 1-set 2-set	5-set 6-set 7-set 8-set 9-set
	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S	S T Q Q S



Planejamento de Longo Prazo - LINHA DE BALANÇO







LEGENDA:

COR DA ATIVIDADE	NOME DA ATIVIDADE
🟥	ESTRUTURA
🟨	LIXAÇÃO ESTRUTURA + CHAPISCO COLANTE
🟧	ALVENARIA
🟩	INFRAEST. ELÉTRICA + TELECOM INFRAEST. HIDROSSANITÁRIO
⬜	INFRA A.C.
🟦	CONTRAPISO
🟨	SALPIQUE ALVENARIA
⬜	CONTRAMARCO
🟩	REBOCO INTERNO
🟪	GESSO
🟦	IMPERMEABILIZAÇÃO
🟪	PINTURA INTERNA
🟧	PISO CERÂMICO AZULEJO
🟥	ESQUADRIAS ALUMÍNIO
🟧	FIAÇÃO, SUPORTE ELÉTRICOS E QUADROS
🟫	PORTAS MADEIRA PORTAS CORTA FOGO RODAPÉS
🟩	ACABAMENTOS ELÉTRICOS ACABAMENTOS HIDRÁULICOS
🟦	LIMPEZA
🟦	CHECK LIST

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

Objeto:	**LINHA DE BALANÇO - Planejamento de Longo Prazo**
Obra:	**TONS DE BRISA**
Data - Revisão	07/2022 - REV. 00
Descrição revisão	Emissão inicial
Autor	Gustavo Correia