

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Kleber Rossi Belmonte Junior

**FERRAMENTA PARA ELABORAÇÃO DE CRONOGRAMA DE OBRAS**  
**CIVIS ORIENTADO À ENTREGA DE RESULTADOS AOS CLIENTES DE**  
**GERENCIADORAS DE OBRAS**

Porto Alegre

2021

KLEBER ROSSI BELMONTE JUNIOR

**FERRAMENTA PARA ELABORAÇÃO DE CRONOGRAMA DE OBRAS  
CIVIS ORIENTADO À ENTREGA DE RESULTADOS AOS CLIENTES DE  
GERENCIADORAS DE OBRAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Qualidade.

Orientadora: Professora Orientadora Dr.<sup>a</sup> Istefani Carísio de Paula

Porto Alegre

2021

### CIP - Catalogação na Publicação

Belmonte Junior, Kleber Rossi  
FERRAMENTA PARA ELABORAÇÃO DE CRONOGRAMA DE OBRAS  
CIVIS ORIENTADO À ENTREGA DE RESULTADOS AOS CLIENTES  
DE GERENCIADORAS DE OBRAS / Kleber Rossi Belmonte  
Junior. -- 2021.  
145 f.  
Orientadora: Istefani Carísio de Paula.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre,  
BR-RS, 2021.

1. Cronogramas de obra. 2. Processos. 3.  
Ferramenta. 4. Obras civis. 5. VBA. I. de Paula,  
Istefani Carísio, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kleber Rossi Belmonte Junior

FERRAMENTA PARA ELABORAÇÃO DE CRONOGRAMA DE OBRAS CIVIS  
ORIENTADO À ENTREGA DE RESULTADOS AOS CLIENTES DE GERENCIADORAS  
DE OBRAS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Orientador, Dr.<sup>a</sup> Istefani Carísio  
de Paula**

Orientador PMPEP/UFRGS

---

**Prof. Ricardo Augusto Cassel**

Coordenador PMPEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Luiz Fernando Mählmann Heineck - Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Cristiano Richter - Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Dedico esse trabalho a minha esposa, meus filhos e aos meus pais, pois nada disso seria possível sem o apoio incondicional e a compreensão deles.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFRGS, uma instituição pública e gratuita, pela oportunidade de estudar nos cursos de graduação e pós-graduação.

Agradeço aos meus professores da graduação em Arquitetura e Urbanismos, de forma especial à professora Ângela Becker Maciel, que, a partir de sua percepção em relação as minhas características pessoais, me orientou a estagiar como bolsista junto a equipe do NORIE.

Agradeço ao professor Carlos Torres Formoso e à professora Luciana Miron por abrir as portas do NORIE e proporcionar um mundo de oportunidades e conhecimentos sobre planejamento de obra.

Agradeço à equipe da gerenciadora Envision PM, em especial a Jefferson Carceles e Ivo Halpern pela oportunidade de trabalhar e desenvolver as etapas iniciais deste estudo.

Agradeço à equipe da gerenciadora PRO Engenharia Eficiente, em especial a Luiz Fernando Ferrari e Matheus Scheibler que oportunizaram, a partir do acesso as informações de suas obras, o teste e aprimoramento da ferramenta desenvolvida nas etapas finais deste estudo.

Agradeço aos professores e servidores do Programa de Pós-Graduação Profissional da Faculdade de Engenharia de Produção pelos ensinamentos proporcionados e oportunidade de desenvolver esta dissertação.

Agradeço ao professor Maurício Bernardes pelo incentivo e orientações recebidas, principalmente no início da minha carreira profissional, na área de planejamento de obras. O desejo de criar uma ferramenta surgiu quando participei do projeto de pesquisa sobre “Ferramentas para Gestão de Processo de Produção” no Núcleo de Desenvolvimento de Produto/UFRGS desenvolvido pelo professor Maurício Bernardes. Este projeto gerou a base do conhecimento, que durante anos foi alimentada com a minha experiência profissional, o que possibilitou desenvolver a ferramenta apresentada nessa dissertação.

Agradeço à minha professora orientadora Dr.<sup>a</sup> Istefani Carísio de Paula pelo incentivo para vencer os desafios nesta longa jornada que foi desenvolver esta dissertação.

Por fim, de maneira muito especial, agradeço a minha esposa Claudia Giuliano Bica e aos meus filhos Pietro Bica Belmonte, Luiza Bica Belmonte e Sofia Bica Belmonte pelo amor, apoio e compreensão.

## RESUMO

A tarefa das empresas de gerenciamento de construção é garantir que os trabalhos de construção sejam executados de acordo com as necessidades do empreiteiro. O cronograma geral de construção é a ferramenta básica para gerenciar esse processo. O maior desafio dos gestores de obra é estruturar o cronograma para gerar os relatórios necessários para entregar o valor esperado pelo cliente e atender as necessidades do gestor do contrato. Este trabalho tem como objetivo propor um artefato ou ferramenta a ser utilizada no campo de aplicação para o desenvolvimento de cronogramas de obras civis orientados à entrega de resultados. Em um primeiro momento, foram mapeados os processos, procedimentos e critérios decisórios utilizados pela empresa gestora de obras para a elaboração dos cronogramas de obras. A análise dos relatórios disponibilizados aos clientes e gerentes de contrato e a análise dos processos utilizados pelo gerente de projetos possibilitaram identificar o modelo de controle, a metodologia de programação do projeto e identificar os requisitos dos clientes e do gerente de projetos em si. Os dados coletados foram organizados em fluxogramas e utilizados como base para o desenvolvimento de uma programação em VBA. As funções de programação VBA propostas permitiram a interface com as funções do MS Project para geração de informações para análise do desempenho do projeto de construção. A ferramenta foi ainda alimentada com dados artificiais e reais que confirmaram sua eficácia na estruturação do cronograma de obras para atender às necessidades da construtora e dos clientes. As contribuições práticas desta pesquisa são (i) uma visão clara do processo decisório para a elaboração de cronogramas de obras; (ii) melhoria dos processos envolvidos no desenvolvimento de cronogramas; (iii) uma alternativa para desenvolvimento rápido de cronogramas para serem utilizados no acompanhamento de projetos de construção civil pela empresa gestora de obras.

**Palavras-chaves:** cronogramas, processos, ferramenta, obras civis, VBA

## ABSTRACT

The construction management companies task is to ensure that the construction work is performed in accordance to the contractor's needs. The general construction schedule is the basic tool for managing this process. The greatest challenge for construction managers is to structure the schedule to generate the necessary reports to deliver the value expected by the client and to meet the needs of the contract manager. This paper aims to propose an artifact or tool to be used in the application field for the development of schedules of civil works oriented to the delivery of results. At first, the processes, procedures, and decision-making criteria used by the construction management company for the preparation of construction schedules were mapped. The analysis of the reports made available to clients and contract managers, and the analysis of the processes used by the project manager made it possible to identify the control model, the project scheduling methodology, and to identify the requirements of the clients and the project manager itself. The data collected were organized into flowcharts and used as a basis for developing a VBA programming. The VBA programming functions proposed allowed interface with MS Project functions viewing to generate information for the construction project performance analysis. The tool was further fed with artificial and real data that confirmed its effectiveness in structuring the construction schedule to meet the needs of the construction management company and the clients. The practical contributions of this research are (i) a clear view of decision-making process for the preparation of construction schedules; (ii) improvement of the processes involved in the development of schedules; (iii) an alternative for quick development of schedules to be used in the monitoring of civil construction projects by construction management company.

**Keywords:** schedules, processes, tool, civil works, VBA

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB	<i>Activity-Based</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
DSM	<i>Dependency Structure Matrix</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
ELP	Estrutura de Locais de Projeto
LB	Linha de balanço
LB	<i>Location-Based</i>
LBMS	<i>Location-Based Management System</i>
LBS	<i>Location Breakdown Structure</i>
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VBA	<i>Visual Basic Applications</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 - Pesquisa Journal of Construction Engineering and Management – ASCE.....	49
Tabela 4-2 - Pesquisa complementar e resultados do Journal of Construction Engineering and Management – ASCE .....	49
Tabela 4-3 - Comparação entre as definições adotadas por autores selecionados.....	50
Tabela 4-4 - Pesquisa complementar realizada na Web of Science, categoria Civil Engineering .....	51
Tabela 4-5 - Respostas do 1º Bloco .....	68
Tabela 4-6 - Respostas do 2º Bloco .....	69
Tabela 4-7 - Respostas do 3º Bloco .....	70
Tabela 4-8 - Evolução fluxograma - Elaboração Cronograma de Obra .....	75
Tabela 4-9 - Evolução fluxograma - Determinação das Áreas de Trabalho.....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1 – Etapas do desenvolvimento ferramenta.....	44
Quadro 4-1 - Necessidades e requisitos.....	53
Quadro 4-2 - Projetos selecionados para análise inicial da documentação .....	54
Quadro 4-3 - Projetos selecionados na gerenciadora.....	64
Quadro 4-4 - Principais documentos identificados nos projetos e selecionados para análise ....	66
Quadro 4-5 - Características profissionais selecionados na gerenciadora.....	67
Quadro 4-6 - Requisitos dos stakeholders – Gestores da gerenciadora e cliente.....	108
Quadro 4-7 - Funcionalidades da ferramenta.....	110
Quadro 4-8 - Necessidades, requisitos e funcionalidades da ferramenta.....	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Modelo de estrutura parcial de EAP e ELP .....	28
Figura 2-2 - Exemplo de Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho .....	29
Figura 3-1 - Esquema de condução da Design Science Research .....	32
Figura 3-2 – Delineamento da pesquisa.....	35
Figura 4-1 - Layout do projeto e modelos de totalização usual e da gerenciadora.....	55
Figura 4-2 - Comparação entre o controle usual e uma situação hipotética para uma semana de planejamento segundo a Gerenciadora .....	55
Figura 4-3 - Exemplo de WBS identificada na gerenciadora .....	57
Figura 4-4 - Exemplo de Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho identificado na gerenciadora (Adaptado de Vargas, 2018).....	58
Figura 4-5 - Etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora.	61
Figura 4-6 - Fluxograma final - Elaboração Cronograma de Obra.....	73
Figura 4-7 - Fluxograma final - Determinação das Áreas de Trabalho .....	74
Figura 4-8 – Elementos do artefato.....	78
Figura 4-9 - Fluxograma elaboração do cronograma de obra.....	80
Figura 4-10 - Subprocesso seleção dos empreiteiros .....	83
Figura 4-11 - Subprocesso elaboração do contrato dos empreiteiros .....	84
Figura 4-12 - Subprocesso elaboração do cronograma preliminar da obra .....	85
Figura 4-13 - Subprocesso restrições legais.....	86
Figura 4-14 - Subprocesso elaboração do layout do canteiro .....	87
Figura 4-15 - Subprocesso elaboração do layout de áreas preliminar do projeto .....	89
Figura 4-16 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho .....	90
Figura 4-17 - Subprocesso subdividir por disciplinas.....	91
Figura 4-18 - Subprocesso elaboração do cronograma geral da obra.....	92
Figura 4-19 - Fluxograma determinação das áreas de trabalho .....	94
Figura 4-20 - Subprocesso analisar o layout do canteiro.....	95
Figura 4-21- Subprocesso verificar as restrições legais.....	96
Figura 4-22 - Subprocesso verificar minuta do contrato .....	97
Figura 4-23 - Subprocesso verificar o layout de áreas preliminar do projeto.....	98
Figura 4-24 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho .....	100
Figura 4-25 - Fluxograma elaborar as tarefas de todas as disciplinas .....	102

Figura 4-26 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho .....	103
Figura 4-27 - Subprocesso subdividir por disciplinas.....	104
Figura 4-28 - Subprocesso subdividir por tarefas .....	105
Figura 4-29 - Fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra (SSECO) .....	107
Figura 4-30 - Visão geral da ferramenta (FECO) em VBA-Excel .....	112
Figura 4-31 - Tabela com as informações referentes às atividades de cada disciplina, dados fictícios.....	113
Figura 4-32 - Estrutura de relacionamento nas Matrizes entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-Disciplinas.....	114
Figura 4-33 - – Estrutura dos cronogramas gerados a partir dos relacionamentos entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-Disciplinas .....	115
Figura 4-34 - Estrutura de relacionamento nas DSMs entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-Disciplinas.....	116
Figura 4-35 - Associação entre fluxograma (SSECO) e as funcionalidades da ferramenta (FECO) .....	117
Figura 4-36 - Matriz de relacionamento dos níveis N1 e N2, dados reais.....	118
Figura 4-37 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis N1 e N2, dados reais.....	118
Figura 4-38 - Matriz de relacionamento dos níveis N2 e Área de Trabalho, dados reais.....	119
Figura 4-39 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis N2 e Área de Trabalho. ....	119
Figura 4-40 - Matriz de relacionamento dos níveis Área de Trabalho e Disciplinas, dados reais .....	120
Figura 4-41 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis Área de Trabalho e Disciplinas, dados reais .....	120
Figura 4-42 - Coluna customizada no MS Project® simulado com dados fictícios .....	124
Figura 4-43 - Exemplo de cronograma utilizado pela gerenciadora em uma obra para gerar os relatórios e atender as necessidades do cliente .....	125
Figura 4-44 - Relatório integrado com as informações referentes aos planejamentos de curto, médio, longo prazo e o detalhamento do desempenho por área de trabalho, dados reais .....	126
Figura 4-45 - Relatório integrado, dados reais.....	127

Figura 4-46 - Mapa elaborado no Excel® com a identificação das áreas de trabalho e dos grupos (jardins em verde, casas em amarelo, equipamentos comunitários em azul e ruas em branco), dados reais.....	127
Figura 4-47 - Mapa parcial do planejamento semanal para as atividades programadas para a semana 10, dados reais.....	128
Figura 4-48 - Visão parcial da linha de balanço detalhada.....	128
Figura 4-49 - Detalhe do mapa de planejamento semanal e da linha de balanço para as atividades programadas para a Casa 68 na semana 10, dados reais.....	129

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>18</b>
1.1	CONTEXTO .....	18
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA .....	19
1.3	MOTIVAÇÃO .....	20
1.4	JUSTIFICATIVA .....	21
1.5	QUESTÃO DE PESQUISA .....	25
1.6	OBJETIVO .....	25
1.7	DELIMITAÇÕES .....	26
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	27
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>31</b>
3.1	MÉTODO DE PESQUISA .....	31
3.2	MÉTODO DE TRABALHO .....	31
3.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	33
3.4	UNIDADE DE PESQUISA GERENCIADORA NACIONAL .....	36
3.5	UNIDADE DE PESQUISA GERENCIADORA REGIONAL .....	36
3.6	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA .....	37
3.6.1	Etapa 1 - Conscientização.....	37
3.6.1.1	Descrição das Atividades Realizadas.....	38
3.6.2	Etapa 2 - Sugestão.....	40
3.6.2.1	Descrição das Atividades Realizadas.....	40
3.6.3	Etapa 3 – Desenvolvimento .....	42
3.6.3.1	Descrição das Atividades Realizadas.....	43
3.6.4	Etapa 4 - Avaliação.....	45

3.6.4.1 Descrição das Atividades Realizadas.....	46
<b>4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....</b>	<b>46</b>
4.1 CONSCIENTIZAÇÃO .....	47
4.1.1 Entrevista Preliminar .....	47
4.1.2 Pesquisa Bibliográfica .....	48
4.1.3 Identificação das Necessidades e dos Requisitos.....	52
4.1.4 Identificação do Modelo de Totalização dos Avanços .....	53
4.1.5 Identificação da Metodologia de Programação de Projeto .....	56
4.1.6 Identificação das Etapas Executadas Durante a Elaboração do Cronograma de Obra na Gerenciadora.....	60
4.1.7 Métricas e Critérios Para Aceitação do Artefato .....	62
4.1.8 Objetivos Alcançados na Etapa Conscientização .....	62
4.2 SUGESTÃO.....	62
4.2.1 Premissas e Requisitos Para a Construção do Artefato .....	63
4.2.2 Fluxogramas Preliminares no Excel® .....	63
4.2.3 Seleção dos Projetos .....	64
4.2.4 Coleta de Evidências no Banco de Dados.....	65
4.2.5 Seleção dos Entrevistados na Gerenciadora .....	66
4.2.6 Entrevista Semiestruturada com a Equipe da Gerenciadora .....	67
4.2.7 Fluxogramas Intermediários no Excel® .....	71
4.2.8 Entrevista com Especialistas.....	72
4.2.9 Fluxogramas Finais no Excel®.....	72
4.2.10 Objetivos Alcançados na Etapa Sugestão .....	<b>76</b>
4.3 DESENVOLVIMENTO .....	77
4.3.1 Elementos do Artefato .....	77
4.3.2 Detalhamento dos Processos.....	78

4.3.3 Definição das Necessidades e dos Requisitos.....	108
4.3.4 Funcionalidades da Ferramenta .....	109
4.3.5 Definição dos Aplicativos.....	111
4.3.6 Definição da Arquitetura da Ferramenta.....	111
4.3.7 Definição do Funcionamento.....	113
4.3.8 Associação Entre Fluxograma (Sseco) e as Funcionalidades da Ferramenta (Feco).....	116
4.3.9 Processo de Relacionamento e Elaboração dos Cronogramas.....	117
4.3.10 Objetivos Alcançados na Etapa Desenvolvimento .....	120
4.4 AVALIAÇÃO.....	121
4.4.1 Medidas de Desempenho .....	121
4.4.2 Verificação do Funcionamento da Ferramenta (Feco) com Dados Fictícios.....	122
4.4.3 Verificação da Utilidade e Facilidade de Uso dos Fluxogramas .....	122
4.4.4 Ajuste da Ferramenta (Feco) Para Atender a Gerenciadora Regional.....	122
4.4.5 Validação da Ferramenta (Feco) com Dados Reais .....	123
4.4.6 Verificação da Estrutura do Cronograma de Obra e Colunas Customizadas .....	123
4.4.7 Exemplos de Relatórios .....	125
4.4.8 Objetivos Alcançados na Etapa Avaliação .....	129
4.5 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS.....	130
4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO ESTUDADO .....	132
4.7 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO .....	134
<b>5 DISCUSSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO.....</b>	<b>136</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
LISTA DE REFERÊNCIAS .....	142

## 1 CAPÍTULO 1

Neste capítulo é apresentado o contexto e justificativa deste trabalho, a motivação, bem como contempla o problema de pesquisa, as questões de pesquisa, os objetivos, delimitações e estrutura do trabalho.

### 1.1 CONTEXTO

Os projetos são considerados como uma forma dominante de trabalho nas organizações, constituindo um dos meios pelos quais estas atingem suas metas (PRADO, 2004; GIAMMALVO, 2007). O planejamento é a chave do sucesso de qualquer empreendimento [...]. Por meio do planejamento, o gestor pode definir as prioridades, estabelecer a sequência de execução, comparar alternativas de ataque e monitorar atrasos e desvios, entre outros benefícios (MATTOS, 2019). O gerenciamento dos projetos ocorre a partir de um planejamento, programação e controle de todas as tarefas dos projetos, de modo integrado e global, com o propósito de atingir os objetivos desejados com êxito, beneficiando assim a todos os participantes do projeto (SILVA JÚNIOR e SANTOS, 2015).

Na construção civil o gerenciamento de projetos envolve prazos rígidos para a conclusão de trabalhos, conforme acordos contratuais, forçando o controle do tempo e conseqüentemente o cumprimento do cronograma (HENDRICKSON, 1998; NOVAIS et al., 2011). Os sistemas de planejamento e controle aplicados na indústria de construção civil estão focados, principalmente no uso da Estrutura Analítica dos Projetos (EAPs). A técnica Critical Path Method (CPM) possibilita aos planejadores integrar o produto (o que será feito) com o processo (como será feito), muitas vezes resultando em planos bastante detalhados mas que muitas vezes são difíceis de serem utilizados e controlados (OLIVIERI, GRANJA, 2016).

O gerenciamento de empreendimentos da construção civil pode ser realizado pela empresa responsável pelo projeto ou através da contratação de empresas especializadas (gerenciadoras) que possuem estruturas habilitadas para gerenciar o processo. Elas podem ser contratadas sob as mais diversas formas, conforme as necessidades do cliente/contratante, atuando somente na fase de execução, parte ou a totalidade dos processos relacionados ao projeto, desde análises de viabilidade, concepção, construção, montagens, entre outros (SCHWEDER, LIMA JUNIOR, 1992). A principal atividade das gerenciadoras de obras é realizar o planejamento e controle dos projetos sob sua responsabilidade (GRILO, MELHADO, 2010).

Os projetos de construção exigem a integração de várias disciplinas de engenharia (civil, estrutural, elétrica etc.) bem como a interação entre tecnologia e equipamentos sofisticados. (PMI, 2019). O gerenciador deve realizar a interação com o cliente e os projetistas no decorrer do empreendimento, liderar a equipe de construção, propor de alternativas construtivas e avaliar os impactos nos custos e prazos; monitorar o desempenho, coordenar as atividades dos construtores e subempreiteiros; fazer a inspeção da conformidade com os requisitos de projeto; elaborar os relatórios sobre o andamento da obra; e promover a manutenção de uma relação harmoniosa com as equipes. (GRILO, MELHADO, 2010).

A gerenciadora planeja e faz com que a execução da obra atenda aos requisitos de prazo, qualidade e custo. Isso colabora para viabilizar a estratégia produtiva da construtora, com metas e procedimentos necessários, de acordo com o controle adotado para o empreendimento. Seguindo uma sequência clara e lógica de etapas, com início, meio e fim, a gerenciadora busca atender as premissas do projeto. Com planejamento rigoroso, o gerenciamento antecipa problemas e imprevistos, resolvendo-os antes do início da construção. Isso permite racionalização e aumento de produtividade. A forma de atuação da gerenciadora ocorre de acordo com o escopo de atividades acordadas para o gerenciamento (MELEIRO, 2014).

Em projetos de construções, a urgência e a transparência no fornecimento das informações, frequentemente solicitadas pelo contratante do projeto, é agora a regra e não a exceção (PMI, 2019). A atividade de atualização semanal do avanço percentual das tarefas do cronograma envolve a conferência do avanço de todas as tarefas programadas. Esta medição possibilita a realização das análises de desempenho, objetivando medir e acompanhar o andamento das tarefas do projeto (PMI, 2017). A utilização de indicadores de desempenho no gerenciamento de projetos, como por exemplo os indicadores operacionais, medidos durante todo o período do projeto, tem se mostrado indispensáveis para o efetivo acompanhamento, bem como para as tomadas de decisão (FILHO, 2021).

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A construção é a produção de um produto complexo, diferente um do outro, que é produzido, principalmente, no ponto de entrega por meio de uma série de atividades repetidas, mas variáveis, executadas em vários locais por uma equipe multi-qualificada (KENLEY, 2005). A programação das atividades deve ser realizada conforme a ocupação e disponibilidade dos espaços ao longo do período da obra. A preocupação com o gerenciamento dos espaços, gerou

vários estudos que abordam a necessidade da determinação de um espaço de trabalho a ser associado à execução de uma determinada tarefa (AKINCI, FISCHER, KUNZ, LEVITT, 2002; GUO, 2002; WINCH, NORTH, 2006; KASSEM, DAWOOD, CHAVADA, 2015; MOON, KAMAT, KANG, 2014; SU, CAI, 2014).

No estudo realizado por Thomas & Ellis (2007), entre os passos a serem considerados para o desenvolvimento do planejamento do projeto incluem-se o desenvolvimento do plano preliminar de execução e o desenvolvimento do layout do canteiro. Conforme os autores, entre os princípios fundamentais para o desenvolvimento do planejamento operacional está a divisão do local em áreas de trabalho ou zonas e a integração das atividades das empresas contratadas.

Os estudos desenvolvidos por Olivieri; Granja; Picchi (2016), demonstram que o sistema de planejamento tradicional está inserido na metodologia de planejamento de obras *Activity-Based* (AB). Este sistema é utilizado na maioria das empresas de construção civil. O *Activity-Based* (AB), usa o método CPM que utiliza a Estrutura Analítica de Projeto (EAP). O método do caminho crítico (*Critical Path Method* - CPM), termo em português, amplamente utilizado, quantifica a criticidade das atividades em um projeto, mas não reflete as dependências espaciais entre elas (LUCKO 2007; SAID, LUCKO, 2016). Os cronogramas, baseados em modelos de rede, contêm apenas dados sobre aspectos temporais, e ignoram completamente a natureza intensamente dependente do espaço dos projetos de construção (SU, ISAAC, LUCKO, 2018). O sistema de planejamento tradicional é utilizado para o controle do caminho crítico e datas de entrega, não tendo como objetivo controlar a ocupação dos espaços da obra.

Vários estudos abordaram procedimentos que devem ser considerados na estruturação e elaboração dos cronogramas e na divisão do projeto em áreas menores para a geração das tarefas, todavia, não foram identificados estudos com orientações específicas para a elaboração de cronogramas que possam atender, simultaneamente, às necessidades do cliente e da gerenciadora, ou o controle das disciplinas em conjunto com o controle dos prazos de entrega dos ambientes.

### 1.3 MOTIVAÇÃO

O desejo de desenvolver este estudo surgiu a partir da dificuldade enfrentada pelo pesquisador em sua rotina de trabalho na gerenciadora nacional, onde atuou por 11 anos com gerente de planejamento, atendendo obras industriais e comerciais de médio e grande porte. Dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento dos cronogramas de obra em conjunto com os gerentes de contrato. A principal dificuldade ocorria em relação a definição da estrutura e

forma de organizar as informações no cronograma para disponibilizar as informações necessárias a elaboração dos relatórios gerenciais de obra, conforme a necessidade dos clientes e gerentes de contrato.

Com o tempo foi possível perceber que a falta de roteiro ou método formal a ser seguido, fazia com que alguns cronogramas de obra fossem elaborados considerando um maior número de fatores que podem impactar o andamento da obra e com a estrutura mais adequada a disponibilização das informações desejadas.

Apesar de não haver um método formal, havia um conjunto de conhecimento sobre como desenvolver os cronogramas conforme a necessidade da gerenciadora. Este conhecimento estava concentrado no pesquisador (gerente de planejamento) e nos gerentes de contrato que participaram de algumas obras. O conhecimento também estava disperso nos vários projetos gerenciados, podendo ser observado a partir da capacidade dos relatórios disponibilizados aos clientes em entregar as informações desejadas.

A partir desta constatação surgiu o interesse em identificar e organizar este conhecimento com o objetivo de desenvolver um artefato a ser utilizado para orientar, padronizar e facilitar a elaboração dos cronogramas de obras para os projetos onde haja a necessidade de controle tanto sobre o desempenho das disciplinas como sobre as entregas dos ambientes, bem como a gestão da ocupação dos espaços da obra.

Somando-se a estas motivações, o fato do pesquisador ter acesso direto aos gerentes de contrato, bem como ao banco de dados dos projetos realizados na gerenciadora nacional, permitiu a realização deste estudo.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

As empresas têm buscado cada vez mais colocar seus esforços no foco do negócio, terceirizando serviços que não estejam alinhados com seus objetivos estratégicos. O foco na atividade principal proporciona a concentração de recursos liberados para a área fim, melhorando a produtividade, a especialização e a eficácia empresarial (GIRARDI, 1999). Esta prática está presente também na construção civil. Gestores de projetos comerciais e industriais, diferente de projetos residenciais, utilizam, como prática, a contratação das partes envolvidas na execução da obra de forma individualizada, geralmente repassando o planejamento e gestão da obra e dos empreiteiros para uma gerenciadora de obra.

Uma característica recorrente nestes projetos de médio e grande porte é iniciar a execução da obra somente após a elaboração dos projetos executivos, a definição dos processos executivos, dos prazos e do custo. O ciclo de vida destas obras se caracteriza por ser previsível, nos quais tanto o projeto como o resultado/produto são conhecidos e a maior parte do planejamento ocorre antes do projeto de execução (PMI, 2019). Muitas vezes os cronogramas utilizados nestas obras se caracterizam como sendo determinísticos, nos quais as redes de atividades conectadas por dependências descrevem os trabalhos a serem executados (PMI, 2019). Estes trabalhos possuem duração fixas, e datas finais planejadas para completar o projeto se tudo ocorrer conforme o planejado. O gestor informa antecipadamente as empresas contratadas os tamanhos dos lotes de trabalho a serem executados, as durações das tarefas e os prazos de finalização e elas devem ajustar suas equipes e equipamentos para atender as necessidades do contratante (PMI, 2019).

Conforme Grilo e Melhado, 2010, no gerenciamento da construção, o gerenciador divide o empreendimento em pacotes de trabalho como infraestrutura, superestrutura, instalações, fechamentos, acabamentos entre outros, contratados por meio de concorrência separadas. Esta situação é verificada em algumas obras de médio e grande porte em que as gerenciadoras atuam, o cliente/contratante realiza a negociação dos serviços como fundação, estrutura, cobertura metálica, instalação elétrica, incêndio entre outros, de forma separada e, muitas vezes, para mais de uma obra, conseguindo assim vantagens econômicas em função do volume contratado. Sendo assim, a empreiteira principal contratada para realizar a obra civil ficará, no máximo, com a responsabilidade de proporcionar apoio logístico às demais empresas, não sendo responsável pela elaboração do cronograma ou muito menos pelo gerenciamento, coordenação e fiscalização das atividades executadas por elas. Dessa forma, o sequenciamento das atividades e a gestão sobre a ocupação dos espaços da obra para a realização das tarefas de todas as empresas contratadas ficam sob a responsabilidade da gerenciadora.

A partir dos projetos executivos e das informações fornecidas pelas empresas envolvidas no processo construtivo, a gerenciadora de obra tem a responsabilidade de elaborar o cronograma geral. Este será à base de dados para a geração dos controles de obra e dos indicadores de desempenho informados nos relatórios semanais. A atividade de atualização semanal do avanço percentual das tarefas do cronograma envolve a conferência do avanço de todas as tarefas programadas. Esta medição possibilita a realização das análises de desempenho, objetivando medir e acompanhar o andamento das tarefas do projeto (PMI, 2017).

Os indicadores de desempenho, tais como o percentual concluído, o ritmo atual, o ritmo necessário e o atraso projetado, podem ser solicitados para o projeto todo, ou para parte do projeto

como, por exemplo: prédio, pavimento, ambiente ou grupos de ambientes. Os mesmos indicadores também podem ser solicitados para cada tipo de atividades como, por exemplo: civil, elétrica ou hidráulica. Além disso, podem ser solicitados relatórios detalhando o desempenho das atividades em cada ambiente ou grupos de ambientes. Além de fornecer os indicadores solicitados pelo cliente, a gerenciadora tem a responsabilidade de conferir o escopo a ser executado conforme os projetos e, principalmente, a gestão da ocupação dos espaços e ambientes da obra a serem utilizados por todos os empreiteiros para a execução de suas tarefas.

Na construção civil os cronogramas são tradicionalmente elaborados por atividade, contudo o acompanhamento da obra em campo ocorre normalmente a partir do controle do andamento das tarefas realizadas nos ambientes (bloco, andar, apartamento etc.). Desta forma, a coordenação da obra realizada pela gerenciadora traz à tona também a prática do uso mais abrangente da localização na elaboração dos cronogramas.

O planejamento e gestão da ocupação dos espaços da obra são muito importantes, principalmente quando os empreiteiros contratados para executar a obra (elétrica, hidráulica, incêndio, cobertura, pré-moldado, outros), não são subcontratados do empreiteiro principal. Nestes casos é fundamental evitar o compartilhamento de um mesmo local por duas equipes de trabalho de empresas diferentes durante a realização das atividades de obra. A organização dos espaços, a limpeza, a verificação da manutenção dos equipamentos de segurança e a responsabilização sobre qualquer dano que possa ter ocorrido são difíceis de gerenciar quando mais de uma equipe utiliza o mesmo local da obra ao mesmo tempo. A necessidade de coordenar as tarefas de todos os empreiteiros torna mais complexa a realização do planejamento e da coordenação da obra, pois os problemas de ocupação dos espaços, sequenciamento da execução e atrasos são responsabilidades da gerenciadora.

À medida em que os ambientes são finalizados, outros intervenientes passam a ocupar estes espaços para a instalação e montagem de mobiliários, equipamentos ou outros sistemas específicos para o funcionamento do negócio. O agendamento destas atividades pode ser realizado por outros departamentos dentro do cliente e ocorre na medida em que os ambientes vão sendo finalizados conforme o cronograma de obra.

Muitas vezes estes departamentos têm dificuldade de visualizar de forma clara o avanço de cada ambiente e a data de entrega em função dos cronogramas serem estruturados por disciplinas. A informação em relação ao avanço e finalização destes ambientes ficam desagrupadas no cronograma prejudicando a compreensão. Esta dificuldade é observada pelos

departamentos envolvidos no processo de programação da entrega e instalação dos demais equipamentos que irão compor o ambiente a ser finalizado.

Para as gerenciadoras, os projetos grandes e complexos, onde muitas vezes é necessária a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes simultaneamente para toda as fases da obra, representam uma pequena parcela das obras se comparado ao total de obras gerenciadas, porém, representa uma parcela significativa da receita e da margem de lucro. Além disso, garante um fluxo financeiro contínuo por um período mais longo. Desta forma é importante atender às expectativas dos clientes em relação à gestão das empresas contratadas e à geração dos indicadores solicitados, necessários ao planejamento e controle da obra.

Desta forma, o grande desafio das gerenciadoras de obra é elaborar cronogramas a partir de uma estrutura lógica, que permita o sequenciando da execução das atividades de forma a gerar indicadores confiáveis para o correto monitoramento das datas de entregas e a gestão dos espaços necessários para a execução das atividades realizadas na obra. O cronograma deve ser estruturado com o objetivo de entregar as informações solicitados pelos clientes e gerentes de contrato da gerenciadora de obra. Além disso, elaboração do cronograma deve ser executada a partir da identificação do maior número de fatores que poderiam impactar no andamento da obra. O objetivo é minimizar a necessidade de realizar reprogramações durante a execução da obra em função de algum fator não identificado previamente.

As premissas que norteiam esta pesquisa são:

- o conhecimento existente em gerenciadoras de obras civis tem se mostrado válido na minimização das dificuldades relacionadas com a entrega das informações solicitadas pelos clientes e gestores
- a estruturação do cronograma de obra por localização facilita a gestão dos projetos que exigem o controle sobre as entregas parciais, principalmente quando há a necessidade de controle rigoroso imposto pelo tipo de contrato estabelecido entre a gerenciadora e o cliente, em relação aos prazos.
- o método utilizado pela gerenciadora para identificar os fatores que podem impactar o andamento da obra pode minimizar a necessidade de reprogramação dos cronogramas de obra
- A formalização do conhecimento tácito existente em gerenciadoras em relação a divisão do projeto em áreas de trabalho para a elaboração de cronogramas de obra facilita a geração de relatórios com as informações solicitadas para o cliente a gerenciadora.

Este estudo pode ser benéfico tanto para a gerenciadora quanto para a área de conhecimento de gerenciamento de cronogramas de obras civis. A definição de áreas está na base da geração de informações necessárias à geração aos relatórios de avanço das obras. A identificação e formalização dos processos realizados pelas gerenciadoras permitirá que eles sejam melhorados continuamente. Por outro lado, analisar as atividades executadas por gerenciadoras durante elaboração dos cronogramas de obras possibilitará compreender as etapas adotadas por estas em sua rotina durante a elaboração de cronogramas, considerando a divisão do projeto em áreas menores. Admite-se que estas atividades podem se revelar como boas práticas ainda não descritas na literatura especializada.

### 1.5 QUESTÃO DE PESQUISA

Com base no que foi exposto nos itens anteriores, foi definida a seguinte questão principal de pesquisa:

- a) Como estruturar os cronogramas de obra para possibilitar a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes simultaneamente para toda as fases da obra de forma a entregar as informações solicitadas pelos clientes;
- b) Como definir as áreas de trabalho a serem consideradas na elaboração dos cronogramas de obra;
- c) Como subdividir o projeto em unidades menores para realizar a gestão da ocupação dos espaços durante todas as fases da obra.
- d) Como organizar os processos utilizados pela gerenciadora para identificar previamente os fatores que podem impactar o andamento da obra

### 1.6 OBJETIVO

O objetivo geral é modelar o processo de elaboração de cronogramas de obras visando desenvolver uma ferramenta que torne dinâmica a elaboração de cronogramas com estrutura adequada à geração de relatórios.

Além do objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Propor uma forma de definir as áreas de trabalho a serem consideradas na elaboração dos cronogramas de obra;
- b) Propor uma forma de subdividir o projeto em unidades menores para realizar a gestão da ocupação dos espaços durante todas as fases da obra
- c) Propor um roteiro para identificar os fatores que podem impactar o andamento da obra

## 1.7 DELIMITAÇÕES

Apesar desta pesquisa ter uma forte relação com as metodologias de programação de projetos e estruturação de cronograma de obra, são abordados de forma pontual, a fim de permitir uma contextualização do problema e auxiliar o pesquisador a fazer uma relação entre a literatura e os procedimentos utilizadas pela gerenciadora. Não será feita uma análise completa das metodologias aqui abordadas.

O uso da *Dependency Structure Matrix* (DSM), também foi analisada de forma superficial visto que não era objetivo deste trabalho desenvolver uma ferramenta com a funcionalidade de executar a relação de dependência. A DSM é uma matriz quadrada onde as células na diagonal normalmente representam os elementos do sistema (como componentes em um produto, pessoas em uma organização ou atividades em um processo) e as células fora da diagonal representam relacionamentos (como dependências, interfaces, interações etc.) entre os elementos (BROWNING, 2016). Contudo durante o desenvolvimento da ferramenta surgiu a oportunidade de implementarmos o uso desta matriz para facilitar a definição das predecessoras durante a elaboração do cronograma. Mais estudos devem ser realizados para testar e validar a solução proposta neste trabalho para a determinação da relação de dependência entre as tarefas de um cronograma de obra.

Da mesma forma, os relatórios e indicadores de desempenho, elaborados a partir destes cronogramas, foram analisados de forma superficial. Esta análise foi realizada para contextualizar o campo de aplicação das informações geradas a partir da utilização da técnica do CPM em conjunto com o sistema de gerenciamento baseado em localização *Location-Based Management System* (LBMS).

Também não será realizada uma análise ou comparação da solução proposta em VBA-Excel® com outros softwares já existentes, inclusive os que usam *Location Breakdown Structure* (LBS), visto que o objetivo da ferramenta é demonstrar o valor e a utilidade do artefato em estruturar o cronograma para a disponibilização das informações necessária a elaboração dos

indicadores de obras conforme as demandas dos clientes e dos gerentes de contrato da gerenciadora.

Como limitação desta pesquisa, aponta-se que o autor deste trabalho possuía vínculo profissional com a gerenciadora nacional, como colaborador, atuando na área de planejamento de obra. A gerenciadora nacional participou das etapas iniciais deste estudo, o que pode resultar em possível viés.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste capítulo de introdução, em que são descritos o contexto, o problema de pesquisa, a motivação, a justificativa, as questões de pesquisa, os objetivos, as delimitações, este trabalho dispõe de mais 4 capítulos.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico;

O capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos com a descrição do método de pesquisa, método de trabalho, delineamento da pesquisa, unidade de pesquisa gerenciadora nacional, unidade de pesquisa gerenciadora regional e descrição das etapas da pesquisa.

O capítulo 4 apresenta os resultados das etapas Conscientização, Sugestão, Desenvolvimento e Avaliação; implicações práticas e considerações;

O capítulo 5 apresenta os resultados da etapa Conclusão, com a discussão geral da dissertação e as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Olivieri; Granja; Picchi (2016), a metodologia de planejamento de obras baseado na atividade (*Activity-Based (AB)*) está associado ao método de planejamento *Critical Path Method (CPM)* tendo como foco principal o desenvolvimento de cronogramas. Na técnica do CPM as atividades possuem uma relação baseada no tempo e tem como objetivo gerar a análise de caminho crítico do empreendimento. Os cronogramas baseados em modelos CPM armazenam apenas informações sobre aspectos temporais não demonstrando a natureza intensamente dependente do espaço nos projetos de construção (SU, ISAAC, LUCKO, 2018).

A metodologia de planejamento de obras baseado na localização (*Location-Based (LB)*) está associado às técnicas de Linha de Balanço. A Linha de Balanço tem o foco direcionado principalmente ao processo de planejamento da produção das obras, analisando-se as folgas, os

recursos disponíveis e os locais das atividades. De uma forma geral o *Location-Based Management System* (LBMS) está inserido na metodologia *Location-Based* (LB). O sistema LBMS é mais abrangente e tem como foco o processo de controle. A principal contribuição do LBMS é a utilização da Estrutura de Locais de Projeto (ELP). (OLIVIERI, GRANJA, PICCHI, 2016). O sistema de planejamento tradicional, que está inserida na metodologia na *Activity-Based* (AB), usa o método CPM que utiliza a Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Conforme Olivieri; Granja; Picchi (2016), após a definição da EAP deve ser realizada a divisão do projeto em áreas menores (locais) chamada de estrutura de locais do projeto (ELP). A figura 2-1 demonstra um modelo de estrutura parcial de EAP e ELP, adaptado de Olivieri; Granja; Picchi (2016).

Figura 2-1 - Modelo de estrutura parcial de EAP e ELP

			EAP		ELP							
Condomínio Casas	Infraestrutura	Casas	Casa 01	lote								
			Casa 02	lote								
		Ruas	Rua 01	rua	calçada							
			Rua 02	rua	calçada							
		Área Externa	Jardins	lote								
			Piscina	lote								
		Equip. Com.	Sala de Festa	lote								
			Quiosque	lote								
		Equipamentos Comunitário	Casas	Casa 01	estar/cozinha	dormitorio 1	dormitorio 2	banheiro	varanda	patio externo		
				Casa 02	estar/cozinha	dormitorio 1	dormitorio 2	banheiro	varanda	patio externo		
	Área Externa		Jardins	jardim entrada	jardim rua 1	jardim rua 2	jardim fundos					
			Piscina	deck	piscina	rampa						
	Equip. Com.		Sala de Festa	salão de festas	banheiro	área externa						
			Quiosque	churrasqueira	banheiro	área externa						

Fonte: adaptado de Olivieri; Granja; Picchi (2016)

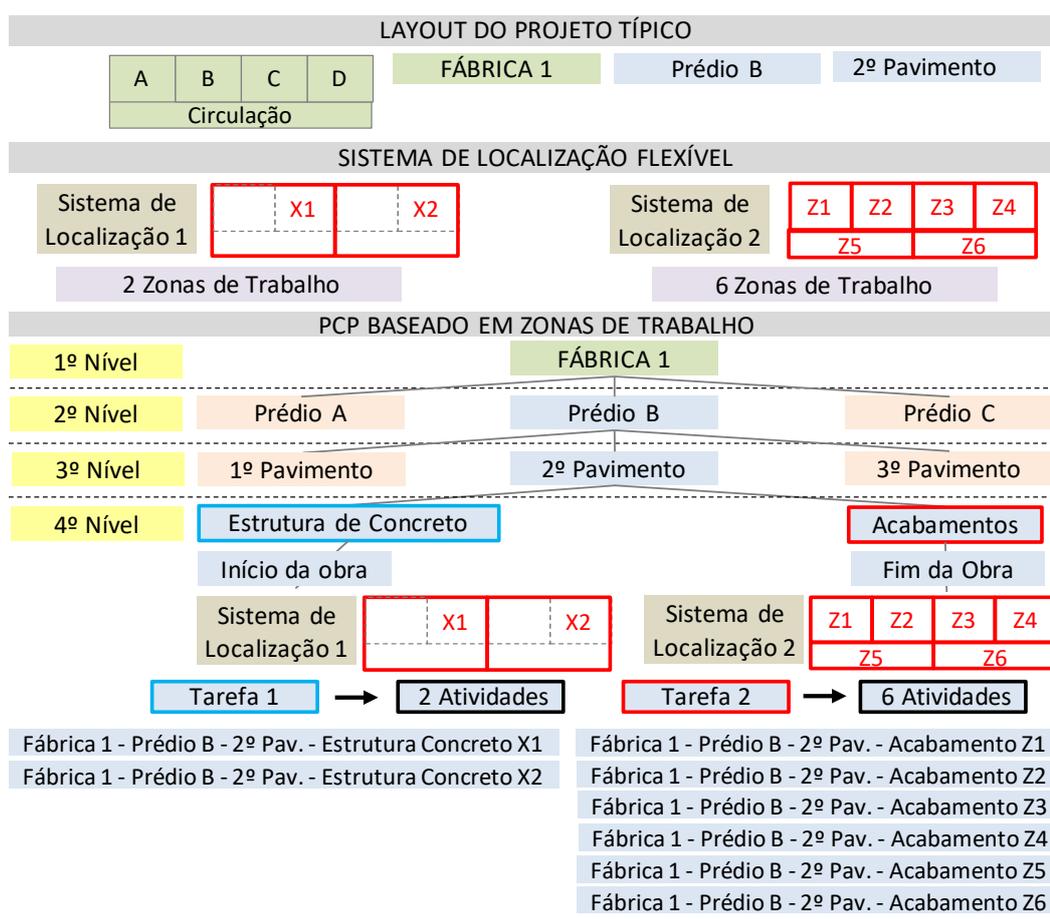
Conforme Shaked & Warszawski (1995), o processo de geração das tarefas em uma construção consiste em quatro estágios: (1) zoneamento; (2) identificação dos sistemas funcionais; (3) definição dos trabalhos; e (4) geração das tarefas. As tarefas são geradas por meio da definição de sua zona, da definição do trabalho a ser executado, da definição da quantidade e da definição das suas condições de início e término.

Para Kenley e Seppänen (2009), a visão do local como uma unidade de análise está no centro do sistema de gerenciamento baseado em localização (LBMS). A localização é usada como o elemento principal para a elaboração da estrutura analítica de localização (LBS), ao contrário da estrutura analítica baseada em atividade (WBS). O LBS é hierárquico, de modo que uma localização de nível superior inclui logicamente todos os dados das localizações de nível inferior. No trabalho de Vargas (2018), as zonas de trabalho se referem a um volume,

espacialmente delimitado e bem definido, sendo esse, resultado da quebra do projeto em locais menores, para serem utilizados para planejar, analisar e controlar o trabalho. O sistema de localização representa uma configuração da divisão de um espaço físico do projeto.

A figura 2-2 demonstra um exemplo de Estrutura Hierárquica de Zonas de trabalho, na qual o sistema de localização adotado no 4º Nível não atende às necessidades de produção de duas fases distintas da obra. Desta forma as atividades relacionadas à estrutura de concreto utilizam o sistema de localização 1 e as atividades de acabamentos utilizam o sistema de localização 2.

Figura 2-2 - Exemplo de Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho



Fonte: dados do autor, baseado em Vargas (2018)

Para Valente (2014), o planejamento da produção para projetos não repetitivos deve começar com a definição dos tamanhos dos lotes das áreas não repetitivas. Conforme Choo, Tommelein, Ballard, Zabelle, (1999) um pacote de trabalho define uma quantidade definitiva de trabalho semelhante a ser feito (ou um conjunto de tarefas), muitas vezes em uma área bem

delimitada, usando informações específicas de projeto, material, mão de obra e equipamento, e com o trabalho de pré-requisito concluído.

Estudos realizados por Li e Lu (2017), salientam a importância de gerar o layout de design da obra e dividir o local em células/áreas. Para Thomas & Ellis (2007) entre os princípios fundamentais para o desenvolvimento do planejamento operacional está a divisão do local em áreas de trabalho ou zonas e a integração das atividades dos múltiplos empreiteiros.

Alguns estudos descrevem procedimentos e critérios que podem ser considerados na estruturação e elaboração dos cronogramas, por exemplo a WBS (JUNG, WOO, 2004; HASSANEIN, MOSELHI, 2004; JUNG, KANG, 2007; WINCH, NORTH, 2006; CHUA, GODINOT, 2006; LEE, YI, 1999; LI, LU, 2017), na qual a estruturação é realizada a partir das disciplinas. A revisão de literatura relacionada ao tema revelou que as pesquisas, em sua maioria, abordam a questão da geração dos cronogramas de obra como um procedimento a ser realizado, preferencialmente de forma automática, a partir dos elementos construtivos que constam nos desenhos em CAD 3D (KASSEM, DAWOOD, CHAVADA, 2015; MOON, KAMAT, KANG, 2014; GUO, 2002; SU, CAI, 2014; MIRZAEI, NASIRZADEH, JALAL, ZAMANI, 2018). A geração das tarefas está associada ao formato dos elementos construtivos em função da disciplina a ser executada.

Poucos estudos trouxeram como exemplo a elaboração das tarefas a partir da subdivisão de um espaço utilizando como base o desenho do projeto em 2D (SHAKED, WARSZAWSKI, 1995; THOMAS, ELLIS, 2007; LI, LU, 2017) contudo estas análises ficaram restritas às etapas iniciais das obras como terraplanagem e montagem da estrutura principal da edificação como: fundação, pilares vigas e lajes. Desta forma a aplicabilidade dos estudos fica limitada a uma parcela muito pequena de projetos o que dificulta a sua utilização nos projetos executados pela gerenciadora.

Alguns estudos abordam a questão da divisão do projeto em áreas menores para a geração das tarefas (SHAKED, WARSZAWSKI, 1995; THOMAS, ELLIS, 2007; LI, LU, 2017; KASSEM, DAWOOD, CHAVADA, 2015; MOON, KAMAT, KANG, 2014; GUO, 2002; SU, CAI, 2014; MIRZAEI, NASIRZADEH, JALAL, ZAMANI, 2018), todavia, não foram identificados estudos realizados com o objetivo de desenvolver um instrumento ou ferramenta que possibilite a elaboração de cronogramas de obra com o objetivo de gerar indicadores de desempenho por ambientes e por disciplinas.

Por fim, os estudos desenvolvidos por (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016; KENLEY, SEPPÄNEN, 2009; VARGAS, 2018), abordam a metodologia de planejamento de obras baseado

na localização *Location-Based* (LB), como LBS, LBMS, ELP e zonas de trabalho, onde o local e visto como uma unidade de análise. Apesar de estruturar os cronogramas por locais, as zonas de trabalho são utilizadas para identificar a localização onde as atividades das disciplinas deverão ser executadas. As zonas de trabalho não são tratadas como um nível hierárquico da estrutura do cronograma.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo apresenta o método de pesquisa adotado neste trabalho, o método de trabalho, o delineamento da pesquisa, as unidades de pesquisa e a descrição dos estudos realizados neste trabalho.

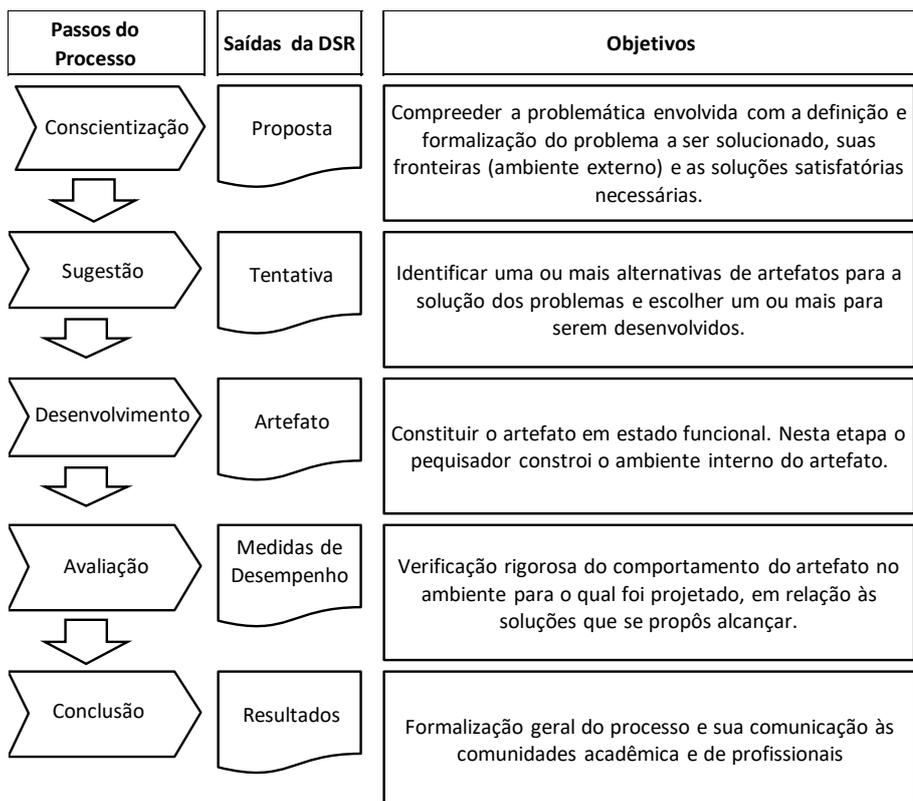
#### **3.1 MÉTODO DE PESQUISA**

O método de pesquisa adotado neste trabalho compreende uma pesquisa qualitativa, exploratória e prescritiva e segue esquema de condução específico de planejamento *Design Science Research* (DSR). Este método tem como objetivo desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos. A abordagem poderá ser qualitativa e/ou quantitativa. O resultado esperado são artefatos os quais podem ser desenvolvidos na forma de constructos, modelos, métodos ou instanciações. O papel do pesquisador é ser o construtor e avaliador do artefato. A avaliação dos resultados poderá ser realizada por aplicações, simulações e experimentos (LACERDA, 2013).

#### **3.2 MÉTODO DE TRABALHO**

Como método de trabalho, adotou-se o esquema de condução de *Design Science Research*, conforme Lacerda et al. (2013), a partir de Manson (2006), figura 3-1.

Figura 3-1 - Esquema de condução da Design Science Research



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Lacerda et al., segundo Manson (2006).

Neste método de pesquisa há a proposição de um artefato, que é implementado para solucionar um, ou mais, problemas em um ambiente de negócio. Conforme já abordado, o artefato deverá solucionar problemas práticos que estão relacionados a classe de problema planejamento e controle da obra, especificamente na geração do cronograma de obra, com o objetivo de realizar o controle sobre a execução e entrega das disciplinas e dos ambientes, bem como a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes.

O produto principal deste trabalho é um método que visa solucionar problemas práticos que estão relacionados ao planejamento e controle da obra, especificamente na geração do cronograma de obra, com o objetivo de realizar o controle sobre a execução e entrega das disciplinas e dos ambientes, bem como a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes. Este método foi desenvolvido a partir das práticas identificadas na gerenciadora e é composto por processos demonstrados no formato de fluxogramas. A partir dos processos foi elaborada uma ferramenta para facilitar e agilizar o processo de elaboração dos cronogramas a partir do método e verificar a sua utilidade e aplicabilidade no campo de aplicação.

A interação com os gerentes de contrato da gerenciadora nacional e o acesso aos projetos e bancos de dados, bem como a interação e colaboração da equipe da gerenciadora regional possibilitaram a realização deste trabalho. Esta interação levou à disponibilização de informações de projetos já executados e de um projeto real em execução, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo. A cooperação entre as gerenciadoras envolvidas e o pesquisador, bem como os ciclos de aprendizado e reflexões incorporados na fase de implementação contribuíram para a proposição do artefato.

### 3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir do estudo realizado em uma gerenciadora de obra nacional com o propósito compreender o método utilizado para a elaboração de cronogramas de obra.

O trabalho de levantamento inicial das informações ficou restrito a apenas um estudo em uma gerenciadora de obra em função da complexidade de se compreender e mapear os procedimentos executados por diversos intervenientes em obras distintas, nas quais eles não atuaram de forma conjunta. Além disso, os gerentes de contrato não ficam alocados no escritório da empresa. As atividades de planejamento e controle ocorrem no escritório disponibilizado junto à obra. As limitações ao acesso aos documentos, incerteza sobre a existência de um banco de dados organizado e a dificuldade de conseguir verificar as atividades desenvolvidas em outras gerenciadoras, em função de não ter acompanhado o processo de elaboração dos cronogramas restringiu o estudo.

A gerenciadora nacional faz o planejamento e controle de obras industriais, comerciais, residenciais de pequeno, médio e grande porte. O estudo procurou verificar a forma de elaboração dos cronogramas utilizados em obras rápidas, com poucas áreas de trabalho grande quantidade de tarefas e pouca dependência entre as tarefas de áreas de trabalho diferentes.

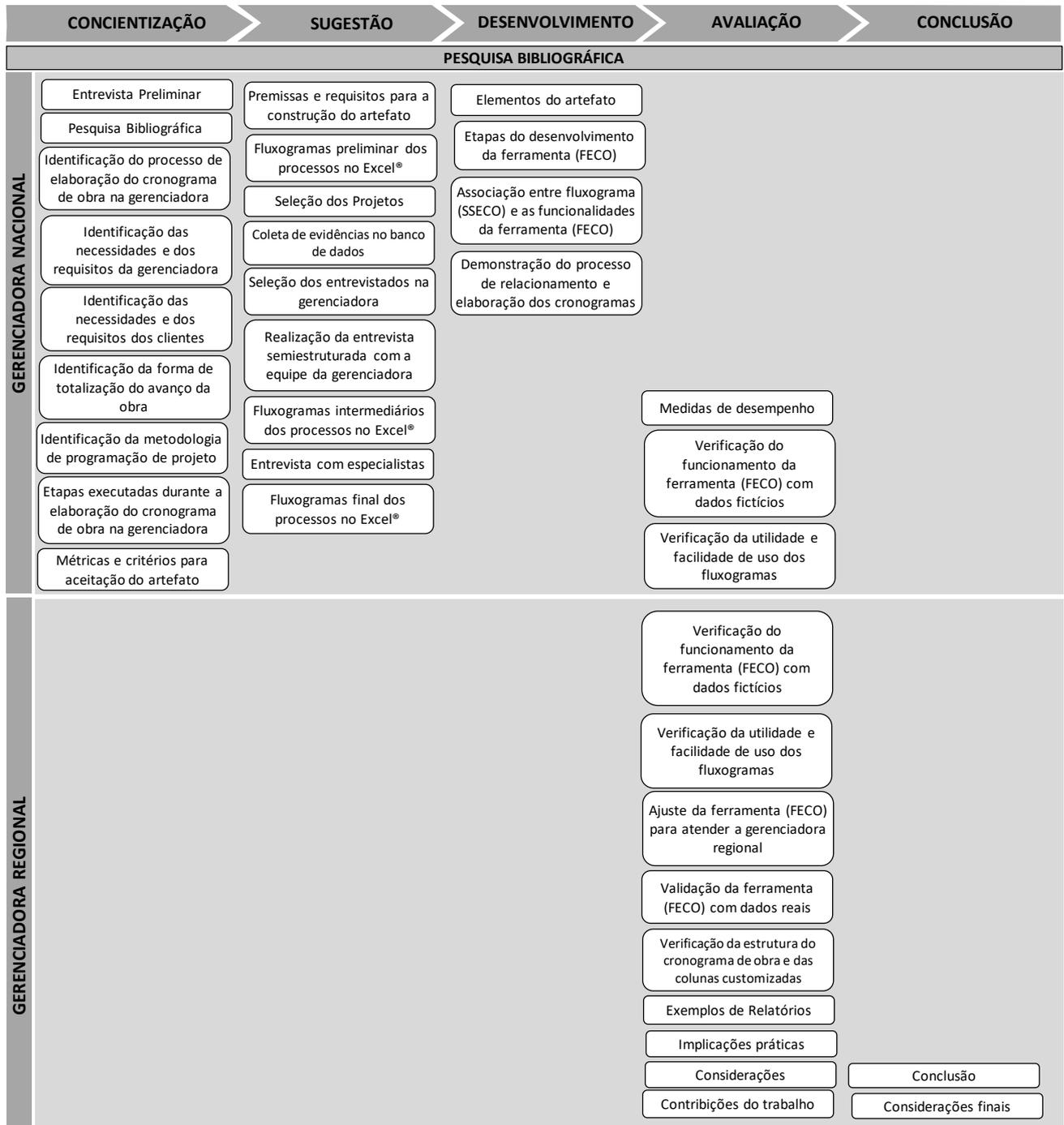
Os projetos a serem selecionados para o estudo deveria atender aos seguintes critérios definidos pelo pesquisador: (a) ser comerciais ou industrial; (b) possuir o ciclo de vida previsível; (c) utilizar cronogramas determinísticos; (d) ter realizada a contratação dos empreiteiros de forma individualizada; (e) ser a gerenciadora a responsável por coordenar o empreiteiro principal os empreiteiros das demais disciplinas (elétrica, hidráulica, incêndio, cobertura, ar-condicionado, etc.); (f) ser a gerenciadora é responsável pela geração do cronograma e medição do avanço das atividades; (g) ser a gerenciadora a responsável pela coordenação das atividades e gestão dos

espaços da obra; (h) ser a gerenciadora responsável disponibilizar os indicadores de desempenho por disciplinas e ambientes; (i) ser a gerenciadora responsável por disponibilizar aos empreiteiros os locais para a realização de suas atividades conforme no período informado no cronograma.

A pandemia do Covid-19 impactou diretamente a realização de novos projetos comerciais e industriais. Várias obras em andamento foram paralisadas e vários projetos novos cancelados. Desta forma, em função das restrições impostas, não foi possível testar a ferramenta com dados reais durante o ano de 2020. Em 2021 foi contatada uma nova gerenciadora regional que atende obras comerciais e residenciais a qual demonstrou interesse de utilizar a ferramenta no campo de aplicação com os dados reais da obra a ser executada. Contudo a ferramenta necessitou ser ajustada as características da obra supervisionadas pela gerenciadora regional.

O estudo foi dividido em etapas conforme método de trabalho adotado, conscientização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão. O delineamento desta pesquisa e apresentado na figura 3-2. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida ao longo de todas as fases.

Figura 3-2 – Delineamento da pesquisa



Fonte: o autor

### 3.4 UNIDADE DE PESQUISA GERENCIADORA NACIONAL

A gerenciadora de obra escolhida para o desenvolvimento deste estudo atua há mais de 16 anos no mercado nacional e internacional, tendo participado de centenas de obras de médio e grande porte além das várias obras de pequeno porte. Além disso, possui uma equipe de gerentes de contrato com muita experiência em gerenciamento de obras, os quais em sua maioria, trabalham a mais de 7 anos nesta empresa. Outro aspecto considerado na escolha da gerenciadora foi a possibilidade de acesso aos procedimentos realizados durante a elaboração dos cronogramas de obra, do perfil dos clientes e do formato e grau de detalhamento das informações disponibilizadas nos relatórios utilizados.

Os relatórios de desempenho utilizados pela gerenciadora podem ser elaborados para o projeto como um todo, ou para parte do projeto como, por exemplo: prédio, pavimento, ambiente ou grupos de ambientes, conforme a necessidade do cliente. Os mesmos relatórios também podem ser gerados para cada tipo de atividades como, por exemplo: civil, elétrica ou hidráulica. Para um controle mais detalhado podem ser elaborados relatórios detalhados demonstrando o desempenho das atividades em cada ambiente ou grupos de ambientes.

### 3.5 UNIDADE DE PESQUISA GERENCIADORA REGIONAL

A gerenciadora de obra regional atua há mais de 7 anos no estado do Rio Grande do Sul, possui um quadro de executivos com mais de 20 anos de experiência. Tem trabalhado em obras comerciais e residenciais, onde parte das obras gerenciadas tem como característica serem projetos de construção repetitivos, onde utiliza o cronograma de obra e a linha de balanço como ferramenta de análise e controle. A gerenciadora demonstrou um grande interesse na utilização e desenvolvimento de novas ferramentas que possam melhorar e aprimorar seus processos. A partir destes interesses disponibilizou as informações referente a um empreendimento residencial que início no final do mês de agosto de 2021 e tem o término previsto para dezembro de 2022.

Em função de utilizar a linha de balanço no planejamento de suas obras surgiu a oportunidade de desenvolver uma nova ferramenta para atender uma necessidade de ordem prática da gerenciadora regional. Esta ferramenta utiliza as informações disponibilizadas pela estrutura do cronograma para gerar a linha de balanço e o plano de montagem semanal da obra. Exemplos dos relatórios gerados pela nova ferramenta serão demonstrados como forma de ilustrar as possibilidades de utilização das informações disponibilizadas a partir da estrutura do

cronograma gerado pelo artefato. O desenvolvimento e a aplicação desta nova ferramenta não faziam parte deste estudo, contudo foi utilizada para validar a capacidade do cronograma em estruturar as informações para serem utilizadas na elaboração de relatórios distintos dos utilizados pela gerenciadora nacional, a qual fez parte das etapas conscientização e sugestão.

### 3.6 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA

#### 3.6.1 Etapa 1 - Conscientização

Nesta etapa o objetivo foi compreender o método de elaboração de cronogramas de obras em uma gerenciadora de obra civis. O proponente desse trabalho descreveu, com base, tanto em sua experiência prática pessoal, quanto no levantamento de informações da literatura, qual é o problema norteador da pesquisa. Além disso era necessário compreender o método utilizado pela gerenciadora nacional.

Durante 11 anos de trabalho atendendo especialmente obras comerciais e industriais, de médio e grande porte, enfrentou uma demanda recorrente dos contratantes, no que diz respeito à geração das informações necessárias a elaboração dos relatórios utilizados para monitorar o desempenho das obras. A gerenciadora gera seus relatórios a partir de 2 planilhas elaboradas no Excel®, as quais são preenchidas com os dados capturados no cronograma elaborado no MS Project®. A primeira gera os relatórios das obras pequenas e a segunda os relatórios das obras médias e grandes. Durante 10 anos os gerentes de contrato e planejamento incorporaram nestas planilhas todos os relatórios solicitados pelos diversos clientes e gerentes de contratos. Assim, para possibilitar a geração de todos os relatórios demandados o gerente de planejamento necessitou ajustar as planilhas e principalmente a estrutura dos cronogramas à medida que novas demandas eram apresentadas.

Apesar de ter elaborado vários cronogramas de obra que possibilitaram gerar as informações necessárias ao atendimento dos requisitos do cliente e de gerenciadoras, as atividades realizadas durante o processo não haviam sido registrados e organizados de forma a permitir o compartilhamento deste conhecimento. Além disso, era necessário avaliar o quanto estes procedimentos e critérios haviam sido incorporados à rotina pelas pessoas que estavam envolvidas na elaboração dos cronogramas de obra.

### 3.6.1.1 Descrição das atividades realizadas

**Entrevista preliminar:** foi realizada presencialmente e durante o ano de 2018 e contou com a colaboração dos gerentes de contrato que estavam no escritório em São Paulo no mesmo período da pesquisa. Foi solicitado aos entrevistados relatar as atividades executadas durante a elaboração dos cronogramas de obra. Na entrevista foi realizada a seguinte pergunta: *Quais atividades você normalmente executa durante a elaboração dos cronogramas de obra, o que deve ser considerado e qual o material utilizado como base?*

**Pesquisa bibliográfica:** Após a coleta das informações repassadas na entrevista preliminar foi realizada uma pesquisa inicial no Google Acadêmico® procurando localizar artigos para apresentar o contexto das atividades realizadas pelas gerenciadoras de obras e identificar na literatura procedimentos utilizados na geração de cronogramas de obra. A pesquisa foi realizada na base *Web of Science*, tendo sido selecionado o *Journal of Construction Engineering and Management* – da *American Society of Civil Engineering* - ASCE, por sua afinidade com o tema. O primeiro levantamento tinha com o objetivo identificar artigos sobre estruturação de cronogramas de obra e foi realizado utilizando-se os termos: *Work Breakdown Structure (WBS); schedule and management; automated structure; schedule and optimization; scheduling; construction management*.

A pesquisa complementar teve como objetivo identificar artigos com informações sobre áreas de trabalho e espaço de trabalho (*Workspace e Work Area*) de forma a possibilitar um melhor entendimento sobre o tema. A leitura do material levou à identificação de novos termos relacionados as metodologias de planejamento de projeto (*Space Scheduling, Work Location, LBMS, Location-Based Management System, Location Breakdown Structure, Location-Based e Estrutura de Locais de Projeto*) o que possibilitou a contextualização sobre as práticas descritas na literatura atual.

Os artigos foram analisados em relação ao tema abordado. Foi gerada uma tabela onde os artigos selecionados para leitura foram classificados conforme o termo utilizado na pesquisa, palavras-chave, foco do trabalho, resultados e relevância. Após a leitura completa dos artigos foram selecionados aqueles que possuíam informações relevantes para o desenvolvimento do estudo.

**Identificação das necessidades e dos requisitos:** a entrevista preliminar também demonstrou que não havia uma lista de requisitos a serem atendidos durante a elaboração dos cronogramas de obra. Os entrevistados não relataram nenhum requisito específico para

atendimento das necessidades de algum cliente ou gerente de contrato. Os cronogramas eram elaborados a partir de um cronograma base, utilizado como referência, a partir do qual eram elaborados vários relatórios que normalmente atendiam a necessidades de informações dos clientes e as demandas dos gerentes de contrato em relação a gestão da obra. Desta forma, verificou-se que uma maneira rápida e objetiva de identificar os requisitos seria analisar os relatórios e documentos de projeto históricos, visando compreender o objetivo de cada um. Foram analisados projetos realizados e documentados nos últimos 10 anos. Os critérios de escolha dos projetos foram: (i) ser uma obra de médio e grande porte; (ii) ter o cronograma estruturado por ambientes; (iii) ter utilizado os relatórios gerados por ambientes e disciplinas; (iv) possuir o material utilizado na elaboração dos cronogramas e cópia dos cronogramas no banco de dados. Nove projetos foram selecionados. Os objetivos de cada relatório foram listados em uma tabela e posteriormente convertidos em requisitos da gerenciadora e de clientes.

**Identificação do modelo de totalização dos avanços:** a análise dos relatórios e indicadores disponibilizados aos clientes e gerentes de contrato da gerenciadora possibilitaram a identificação do modelo de totalização dos avanços utilizado.

Para identificação do modelo de totalização dos avanços foram elaboradas figuras representativas da divisão de controle realizada pela gerenciadora e comparadas com representações de modelos de controle usuais, utilizando o conjunto de projetos selecionados. Esta análise possibilitou verificar as diferenças entre o modelo utilizado pela gerenciadora e o usualmente utilizado pelas empresas de construção civil.

**Identificação da metodologia de planejamento de projeto:** foi realizada a partir da análise da estrutura do cronograma e dos relatórios utilizados como base pela gerenciadora. A partir da análise destes documentos foi realizada uma comparação entre projetos para identificar a metodologia de programação de projetos utilizada pela gerenciadora e o usualmente utilizado pelas empresas de construção civil. Foram elaboradas representações gráficas de WBS para representar a forma de programação de projeto da gerenciadora, usando a literatura como referência (Vargas, 2018).

**Identificação das etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora:** a partir da experiência do pesquisador e as informações obtidas nas entrevistas preliminares foi possível identificar as etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora.

**Métricas e critérios para aceitação do Artefato:** a partir da identificação das necessidades e dos requisitos foi possível determinar premissas e requisitos para construção do artefato.

### 3.6.2 Etapa 2 - Sugestão

Nesta etapa a intenção foi propor o mapeamento dos procedimentos da gerenciadora, como base contextual para o desenvolvimento de versões preliminares do artefato e da ferramenta. O objetivo era realizar os mapeamentos para gerar artefatos preliminares para sintetizar todos os procedimentos e critérios decisórios identificados na gerenciadora. Os mapeamentos deverão identificar as atividades realizadas pelo gerente de planejamento e pelos gerentes de contrato durante a elaboração dos cronogramas de obra. Neste caso, consistia em desenhar os processos realizados com o objetivo de elaborar um cronograma considerando o maior número de fatores que possam impactar o andamento da obra, bem como os processos realizados na definição das áreas menores utilizadas na estruturação do cronograma, conforme realizado pela gerenciadora de obras civis. Definida uma gerenciadora a ser estudada, para a elaboração do artefato foi necessário fazer a seleção de projetos das obras com o perfil adequado para o desenvolvimento dos estudos. Uma consulta preliminar junto a alguns gerentes de contrato da gerenciadora possibilitou gerar uma lista de obras que poderiam conter informações relevantes a respeito das atividades desenvolvidas durante a elaboração dos cronogramas de obra.

A partir da identificação das obras com o perfil adequado, foram selecionados os gerentes de contrato que poderiam participar da entrevista estruturada. A busca realizada nos bancos de dados das obras selecionadas permitiu a identificação e coleta das informações e evidências que corroboraram as informações repassadas pelos entrevistados.

As informações referentes aos procedimentos e critérios foram organizadas inicialmente no formato de fluxogramas desenvolvidos no aplicativo Excel®. Os fluxogramas foram evoluindo à medida que mais informações eram agregadas a eles. Tais informações possibilitaram a proposição de um artefato que demonstrasse de forma resumida os procedimentos e critérios utilizados pela gerenciadora para elaboração dos cronogramas de obra.

#### 3.6.2.1 Descrição das atividades realizadas

**Premissas e requisitos para a construção do artefato:** a partir das métricas e critérios definidos para aceitação do artefato foram definidas as premissas para a construção.

**Fluxograma preliminar no Excel®:** foi elaborado a partir da experiência pessoal do pesquisador e das informações obtidas na entrevista preliminar. As informações foram sendo organizadas em uma tabela por assunto e depois foram agrupadas por processos. Os fluxogramas iniciais foram desenvolvidos no Excel®, a partir das informações organizadas nas tabelas.

**Seleção dos projetos:** Durante a realização das entrevistas preliminares foi elaborada uma lista de obras que poderiam possuir informações relevantes a respeito das atividades desenvolvidas durante a elaboração dos cronogramas de obra.

**Coleta de evidências no banco de dados:** ocorreu após uma análise dos documentos arquivados nas pastas dos projetos selecionados. A busca possibilitou coletar evidências como os cronogramas dos empreiteiros, desenhos, esquemas, planos de montagem, gráficos e relatórios semanais que evidenciaram a geração das informações necessárias para o acompanhamento e controle das obras por ambientes. As evidências corroboraram as informações repassadas na entrevista preliminar.

**Seleção de entrevistados na gerenciadora:** Os projetos que continham evidências do material utilizado para elaborar os cronogramas de obra foram utilizados como base para a seleção dos entrevistados para a entrevista semiestruturada. O propósito da entrevista era verificar o grau de compreensão de engenheiros da gerenciadora sobre os procedimentos de elaboração e uso do cronograma de obra considerando a divisão em áreas de trabalho. Foram definidos como possíveis entrevistados Engenheiros Civis e Arquitetos que atuaram como gerente de contrato ou coordenador de obra na gerenciadora e que estavam envolvidos no processo de elaboração de cronogramas.

**Entrevista semiestruturada com a equipe da gerenciadora:** foi realizada junto aos gerentes de contrato identificados nos projetos selecionados durante a coleta das evidências. As entrevistas foram realizadas presencialmente ou por telefone, durante o ano de 2018 e 2019, conforme a disponibilidade do entrevistado.

As questões 1 e 2 do roteiro visavam coletar informações sobre o perfil do entrevistado. Além disso, o roteiro utilizado para a realização das entrevistas foi dividido em quatro blocos de perguntas conforme descrito a seguir:

- 1º Bloco, - Teve como objetivo verificar a percepção e entendimento sobre a elaboração e uso do cronograma de obra. (Perguntas de 3 a 8);
- 2º Bloco, - Teve como objetivo verificar a percepção sobre a divisão dos projetos em áreas menores com a utilização de critérios. (Perguntas de 9 e 10);

- 3º Bloco, - Teve como objetivo verificar a percepção em relação à divisão do cronograma em áreas de trabalho. (Perguntas de 11 a 16);
- 4º Bloco – Teve como objetivo coletar alguma informação ou observação relevante não abordada no questionário a respeito dos assuntos tratados. (Pergunta 17).

O [Apêndice A](#) – Questionário Estruturado contém as perguntas 1 a 17.

**Fluxogramas intermediários no Excel®:** os fluxogramas foram desenhados no Excel®, foram elaborados a partir dos fluxogramas preliminares, utilizando como base as informações obtidas durante a entrevista semiestruturada (seção 2.3.1.3.5), aplicada junto à equipe da gerenciadora.

**Entrevista com especialistas:** A entrevista foi realizada com os 2 gerentes de contrato com um maior conhecimento sobre os procedimentos e critérios utilizados na estruturação dos cronogramas, bem como na utilização dos relatórios disponibilizados. O objetivo foi aproveitar a experiência destes especialistas para revisar os fluxogramas intermediários, bem como a tabela de requisitos. A revisão realizada gerou os fluxogramas finais desenhados no Excel®. A tabela com as necessidades e requisitos foi analisada pelos especialistas e posteriormente ajustada.

**Fluxogramas finais no Excel®:** foram elaborados a partir dos fluxogramas intermediários revisados.

### 3.6.3 Etapa 3 – Desenvolvimento

Nesta etapa o propósito foi verificar a melhor forma de apresentar as informações que constam nos fluxogramas desenvolvidos em Excel®. Desta forma optou-se por elaborar um fluxograma principal e dois fluxogramas complementares. Estes fluxogramas foram desenvolvidos no formato *Swim Lanes*®, desenhados no software *Bizagi*®, o que possibilitou a identificação dos intervenientes de cada procedimento mapeado. Novamente a experiência do autor contribuiu com a identificação das atividades em macro etapas e discriminação dos responsáveis.

Desta forma entendeu-se que era necessário definir um conjunto de critérios/atributos que servirão para nortear a elaboração de um procedimento formal de gerenciamento de cronograma de obras, que possibilite utilizar como base os ambientes (docas, escritórios, salão de vendas, almoxarifado, retaguarda, estacionamento, portarias, depósitos e outros) em conjunto com as disciplinas (terraplanagem, civil, elétrica, incêndio, outros. Também seria importante desenvolver um roteiro para implementação destes procedimentos e uma ferramenta funcional

que possibilitasse a aplicação da metodologia utilizada pela gerenciadora, de forma a orientar e facilitar a geração dos cronogramas conforme os requisitos dos clientes e necessidades da gerenciadora.

A partir dos procedimentos e critérios decisórios organizados no fluxograma principal e nos dois complementares foi elaborado um último fluxograma com o objetivo de demonstrar de forma resumida o método utilizado pela gerenciadora durante a estruturação do cronograma base. Apesar dos fluxogramas contendo as informações necessárias para a realização do processo de elaboração do cronograma serem adequados para ser utilizado no campo de aplicação, surgiu a oportunidade de ser desenvolvido uma ferramenta, a Ferramenta para Elaboração do Cronograma de Obra (FECO), utilizando as funcionalidades da programação *Visual Basic Applications* (VBA), no aplicativo VBA-Excel® que funciona de forma integrada com o aplicativo VBA-MS Project®. A ferramenta segue o roteiro estabelecido no fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra (SSECO), a serem utilizadas para a estruturação e geração dos cronogramas de obras. Os cronogramas são gerados a partir das informações alimentadas na planilha. Definiu-se que a avaliação do artefato deveria ser realizada por simulação com a utilização de dados fictícios e diretamente no campo de aplicação com a utilização de dados reais.

#### 3.6.3.1 Descrição das atividades realizadas

**Elementos do Artefato:** o artefato é composto por 4 elementos e uma ferramenta conforme será apresentado.

**Etapas do desenvolvimento da ferramenta:** Seis etapas foram necessárias para o desenvolvimento da ferramenta, conforme quadro 3-1. Estas etapas foram realizadas em momentos diferentes sem necessariamente terem ocorrido na sequência apresentada.

Quadro 3-1 – Etapas do desenvolvimento ferramenta

Etapa 1	<b>Detalhamento do processo.</b> Apesar dos fluxogramas desenhados em planilha Excel® (Ver <a href="#">Apêndice A</a> e <a href="#">Apêndice B</a> ) com as informações levantadas nos mapeamentos de processo demonstrarem os procedimentos e critérios utilizados pela gerenciadora, foi necessário reestruturar os mesmos no formato Swim Lanes®, desenhado no software Bizagi®, para possibilitar a identificação dos intervenientes em cada etapa do processo e demonstrar de forma resumida os processos desenvolvidos dentro da gerenciadora. Foram elaborados 4 fluxogramas.
Etapa 2	<b>Definição das necessidades e requisitos.</b> As necessidades e os requisitos dos clientes foram determinados a partir da experiência do entrevistador, das informações repassadas durante as entrevistas informais e na análise dos relatórios elaborados. As necessidades e os requisitos da gerenciadora foram identificados nas entrevistas informais junto aos gerentes de contrato, análise dos relatórios e das necessidades do gerente de planejamento (autor).
Etapa 3	<b>Definição das funcionalidades.</b> As funcionalidades inseridas em cada área foram desenvolvidas para atender os requisitos dos clientes e da própria gerenciadora de obra. A programação VBA foi utilizada para implementar as funcionalidades da planilha e automatizar a geração das matrizes, das <i>Dependency Structure Matrix</i> (DSM) e do cronograma no MS Project®.
Etapa 4	<b>Definição dos aplicativos.</b> Para a elaboração da ferramenta funcional foi utilizado o VBA-Excel® e VBA-MS Project®. A seleção dos aplicativos ocorreu em função das características dos mesmos e a possibilidade de funcionarem de forma integrada e automatizada a partir da programação VBA.
Etapa 5	<b>Definição da arquitetura da ferramenta.</b> A ferramenta foi estruturada em 3 áreas específicas: - primeira - dedicada a estruturação do cronograma Matriz/Subdivisão, - segunda - dedicada a definição das relações de dependência <i>Dependency Structure Matrix</i> (DSM/Dependência), - Terceira - dedicada ao armazenamento das informações/ítems a serem selecionados para a elaboração do cronograma.
Etapa 6	<b>Definição do funcionamento.</b> A ferramenta foi concebida para funcionar a partir de tabelas, matrizes e <i>Dependency Structure Matrix</i> (DSM) (EPPINGER, BROWNING, 2012, BROWNING, 2016). - A matriz é utilizada para definir os elementos de cada nível hierárquicos do projeto. A subdivisão dos níveis hierárquicos superior pelos itens dos níveis inferior possibilita definir a estrutura do cronograma até o nível da tarefa, - A DSM é utilizada definir as relações de dependências entre as tarefas de cada áreas de trabalho, a DSM Geral possibilita definir as relações de dependência entre todas as tarefas da obra.

Fonte: o autor, 2021

**Associação entre fluxograma (SSECO) e as funcionalidades da ferramenta (FECO):** foi elaborada uma figura para demonstrar a associação entre os processos do Fluxograma Resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra ([SSECO](#)) e a

sequência de funcionalidades implementadas na ferramenta (FECO) destinada a estruturação e elaboração do cronograma.

**Processo de relacionamento e elaboração dos cronogramas:** o processo de relacionamento entre os itens dos níveis hierárquicos foi realizado nas matrizes a partir das informações dos itens dos níveis hierárquicos N1 (Obra), N2 (Prédio/Unidade), Áreas de Trabalho e Disciplinas que foram inseridas nas tabelas.

#### 3.6.4 Etapa 4 - Avaliação

Nessa etapa, a intenção foi verificar a utilidade e aplicabilidade do artefato desenvolvido no formato de fluxogramas elaborados no formato Swim Lanes®, desenhado no software Bizagi®, bem como a eficiência e eficácia do artefato desenvolvido no VBA-Excel® em conjunto com o VBA-MS Project® em demonstrar de forma objetiva os procedimentos e critérios a serem considerados durante a subdivisão do projeto em áreas de trabalho a serem utilizadas durante a elaboração do cronograma base. Para validar o artefato como um todo era necessário testar a ferramenta.

Entende-se que é possível demonstrar de forma objetiva os processos a serem considerados durante a elaboração dos cronogramas bem como os procedimentos e critérios a serem considerados durante a subdivisão do projeto em áreas de trabalho a serem utilizadas durante a elaboração do cronograma base da obra. Além disso, as funcionalidades implementadas na ferramenta devem ter a capacidade de estruturar o cronograma de obra para disponibilizar as informações necessárias ao atendimento dos requisitos dos clientes e dos gestores da gerenciadora obtidos na etapa anterior.

Ficou definido que a avaliação do artefato deveria ser realizada com a utilização de dados reais e fictícios. A primeira avaliação foi realizada com dados fictícios para simular a utilização da ferramenta e verificar o seu funcionamento. Os dados reais disponibilizados pela gerenciadora regional foram utilizados para avaliar a ferramenta diretamente no campo de aplicação. O Objetivo é verificar a eficiência da ferramenta em orientar a geração do cronograma de obra, de tal modo que a estrutura e informações geradas por meio dela sejam compatíveis com os cronogramas utilizados pela gerenciadora.

#### 3.6.4.1 Descrição das atividades realizadas

**Medidas de desempenho:** foram definidas as medidas de desempenho a ser utilizadas para validar o artefato.

**Verificação do funcionamento da ferramenta (FECO) com dados fictícios:** para realizar a verificação do funcionamento da ferramenta (FECO), a planilha foi alimentada com dados fictícios.

**Verificação da utilidade e facilidade de uso dos fluxogramas:** a verificação utilidade e facilidade de uso dos fluxogramas foi realizada pelos gerentes de contrato da gerenciadora.

**Ajuste da ferramenta (FECO) para atender a gerenciadora regional:** a entrada da gerenciadora regional oportunizou a realização da validação da ferramenta com os dados reais, contudo foi necessário realizar ajustes nas tabelas, matrizes e DSMs.

**Validação com dados reais:** foi realizada diretamente no campo de aplicação utilizou as informações de um empreendimento residencial composto por 70 casas, com ruas, jardim e equipamentos comunitários. As tabelas da ferramenta foram alimentadas com as informações referentes as 94 áreas de trabalho e 63 disciplinas, as quais deveriam ser consideradas na elaboração do cronograma da obra.

**Verificação da estrutura do cronograma de obra e colunas customizadas:** A verificação da estrutura do cronograma de obra e as colunas customizadas foi realizada comparando o cronograma gerado pela ferramenta com os cronogramas utilizados pela gerenciadora.

**Exemplos de relatórios:** Os cronogramas estruturados por ambientes e as informações referentes aos itens de cada nível hierárquico inseridas nas colunas customizadas possibilitam a geração de vários relatórios, como exemplo o relatório com as tarefas referentes ao planejamento semanal por disciplinas. A partir das informações que contam no cronograma elaborado com dados reais foram gerados os relatórios linhas de balanço e os mapas de planejamento semanal.

## 4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos nas etapas Conscientização, Sugestão, Desenvolvimento e Avaliação.

O problema que norteia este trabalho se relaciona com o papel prático desempenhado por gerenciadoras de obras civis. Nas obras onde o projeto, o prazo e o custos já foram definidos

junto aos executantes, a preocupação principal do cliente é o controle dos prazos e entrega dos ambientes. Mudanças de cenário, atraso ou antecipações de entrega de equipamentos, instalações ou mesmo de mercadorias para estoque, podem impactar o plano de execução da obra e os prazos.

Quando ocorre a necessidade de alteração nas datas de entregas agendadas, o cliente solicita uma análise do andamento de cada ambiente para poder definir quais deverão ser priorizados e quais poderão ser postergados de forma a gerar o menor impacto sobre o plano de ocupação dos ambientes, execução e o prazo final da obra. A partir das entrevistas iniciais, da análise dos documentos e dos cronogramas utilizados em seus projetos foi observado que para atender as necessidades dos clientes a gerenciadora desenvolveu um método próprio de controle dos projetos e estruturação de seus cronogramas baseado em seu modelo de definição das áreas de controle e zonas de trabalho.

#### 4.1 CONSCIENTIZAÇÃO

Nesta etapa, a partir da experiência prática pessoal proponente desse trabalho, bem como as informações obtidas nas entrevistas preliminares foi possível identificar o método utilizado pela gerenciadora para a estruturação de seus cronogramas de obra.

##### 4.1.1 Entrevista preliminar

A entrevista preliminar, de caráter exploratório, ocorreu informalmente. Esta entrevista possibilitou verificar as atividades desenvolvidas durante a elaboração dos cronogramas e identificar os procedimentos e critérios realizados durante a elaboração dos cronogramas.

Ao final da entrevista preliminar, observou-se que a grande maioria relatava apenas uma ou duas atividades associadas à divisão da obra em partes menores como prédios, grupos de ambientes ou por funcionalidade/uso como salão de vendas, retaguarda, depósito e área externa. Alguns salientaram ser importante verificar as entregas parciais solicitadas pelo cliente e considerar a ocupação do layout do canteiro de obra durante a obra. Questões relacionadas a restrições legais e ambientais também foram citadas.

Nenhum entrevistado conseguiu definir mais de dois procedimentos ou critérios, mesmo os que já tinham participado de projetos de médio e grande porte onde foram executados vários procedimentos durante a elaboração de cronogramas, como por exemplo, a verificação de restrições ambientais, a análise do layout do canteiro, entre outros. Quase todos entrevistados

repetiram a frase: “[...] *faz algum tempo que finalizei este projeto e não lembro muita coisa (Eng. Civil entrevistado)*”.

A pouca lembrança em relação aos procedimentos pode ter ocorrido devido à falta de um roteiro conhecido a ser executado dentro da gerenciadora ou à limitada participação dos entrevistados em obras de médio e grande porte. Na maioria das vezes estes profissionais trabalham com projetos de pequeno e médio porte, onde não há a necessidade de elaboração de indicadores de desempenho mais detalhados para atendimento aos requisitos dos clientes. Os cronogramas são elaborados a partir dos projetos conforme a experiência das pessoas envolvidas no processo, como o gerente de contrato e o gerente de planejamento da gerenciadora, sem seguir um processo determinado ou um roteiro formal estabelecido.

A partir desta constatação surgiu o questionamento sobre até que ponto as pessoas envolvidas na elaboração de cronogramas de obra com a divisão dos projetos em áreas menores conseguiam apropriar os procedimentos e critérios utilizados. Da mesma forma verificou-se a necessidade de se compreender a percepção dos entrevistados em relação à elaboração e uso dos cronogramas de obra durante o gerenciamento.

#### 4.1.2 Pesquisa bibliográfica

Conforme mencionado no método, a primeira consulta às bases de dados tinha como objetivo identificar artigos sobre estruturação de cronogramas de obra e foi realizada utilizando os termos: *Work Breakdown Structure (WBS)*; *schedule and management*; *automated structure*; *schedule and optimization*; *scheduling*; *construction management*. A pesquisa foi realizada na base da *Web of Science*, tendo sido selecionado o *Journal of Construction Engineering and Management* – da *American Society of Civil Engineering - ASCE*, por afinidade com o tema. A pesquisa revelou um conjunto de 634 artigos, conforme descrito na Tabela 1. Destes 26 foram selecionados para análise e observou-se que os termos “*scheduling*” e “*schedule and management*” foram os que mais retornaram publicações, conforme demonstrado na Tabela 4-1.

Tabela 4-1 - Pesquisa Journal of Construction Engineering and Management – ASCE

Termos	Quantidade localizada	Quantidade selecionada
WBS	4	2
Work Breakdown Structure	14	6
Schedule and Management	153	3
Automated Structure	14	2
Schedule and Optimization	56	5
Scheduling	393	8
Total	634	26

Fonte: O autor

A leitura dos artigos demonstrou que os termos *Workspace* e *Work Area* constavam nas publicações que melhor se ajustaram à necessidade da gerenciadora em definir as áreas de trabalho para realizar o controle sobre os ambientes e atuar na gestão dos espaços da obra. Por esta razão, os termos *Workspace* e *Work Area*, foram incluídos para uma pesquisa complementar na literatura, a fim de se verificar os critérios adotados para a sua definição e aplicabilidade. Esta pesquisa foi realizada na base de dados *Web of Science*, ocorrendo uma concentração de resultados no mesmo *journal*, *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*, conforme demonstrado na Tabela 4-2.

Tabela 4-2 - Pesquisa complementar e resultados do Journal of Construction Engineering and Management – ASCE

Termos	Quantidade localizada	Quantidade selecionada
Workspace	224	8
Work Area	52	1
Total	276	9

Fonte: O autor.

Os artigos foram organizados e as definições comparadas conforme demonstrado na Tabela 4-3.

Tabela 4-3 - Comparação entre as definições adotadas por autores selecionados

Palavra-Chave	Autores	Definição
Work Space	Kassem, M., Dawood, N., Chavada, R. (2015); Moon, H., Kamat, V. R., Kang, L. (2014); Guo, S. (2002); Su, X., Cai, H. (2014); Akinci, B., Fischer, M, Kunz, J., Levitt, R. (2002); A. Mirzaei, F. Nasirzadeh, M. Parchami Jalal, Y. Zamani. (2002); Mallasi, Z. (2006)	Espaço como um recurso necessário para a execução de uma tarefa. Os espaços de trabalho devem ser gerados conforme atividade ou elemento construtivo a ser executado, a partir da forma e localização dos mesmos e seus requisitos de espaço para sua execução. O gerenciamento dos locais tem como foco a identificação de conflitos que possam ocorrer durante a programação, mas não incorporam a definição de áreas de trabalho no nível de atividade.
Work Area	Su, Y., Isaac, S., Lucko, G. (2017)	Espaço como um recurso necessário para a execução de uma tarefa. Os espaços de trabalho devem ser gerados conforme atividade ou elemento construtivo a ser executado, a partir da forma e localização dos mesmos e seus requisitos de espaço para sua execução. O gerenciamento dos locais tem como foco a identificação de conflitos que possam ocorrer durante a programação, e incorporam a definição de áreas de trabalho no nível de atividade.

Fonte: O autor.

A análise dos textos demonstrou que em sua grande maioria os autores definiram *workspace* como um recurso necessário para a execução de uma atividade conforme o serviço ou elemento construtivo a ser executado, a partir da forma e localização dos mesmos e seus requisitos de espaço para sua execução. O gerenciamento dos espaços tem como foco a identificação de conflitos que possam ocorrer durante a programação das atividades.

O termo *work área* foi utilizado quando o espaço de trabalho foi definido no nível da atividade (Tabela 2-3). Os termos *workspace* e *work área* não estão associados ou limitadas a um espaço gerado a partir da subdivisão do projeto em ambientes para controle. Os artigos trazem apenas informações genéricas em relação à elaboração de cronogramas de obra, sem fazer referência a processos, procedimentos ou critérios que possam ser considerados.

A leitura dos artigos demonstrou que os termos *Space Scheduling*, *Work Location*, *LBMS*, *Location-Based Management System*, *Location Breakdown Structure*, *Location-Based* e *Estrutura de Locais de Projeto* aparecem relacionadas a métodos de estruturação de cronogramas de obra. Por esta razão, os termos foram selecionados para uma última pesquisa na literatura a fim de verificar o contexto em que elas eram utilizadas. Esta pesquisa foi realizada na base da *Web of Science*, tendo sido selecionado a categoria *Civil Engineering* por afinidade com o tema, conforme demonstrado na Tabela 4-4.

Tabela 4-4 - Pesquisa complementar realizada na Web of Science, categoria Civil Engineering

Termos	Quantidade localizada	Quantidade selecionada
Space Scheduling	9	3
Work Location	15	1
Location Breakdown Structure	16	0
LBMS	28	1
Location-Based Management System	58	3
Location-Based	218	4
Estrutura de Locais de Projeto	1	1
Total	345	12

Fonte: O autor.

Os artigos possibilitaram identificar alguns referenciais teóricos referentes aos processos de estruturação de cronograma, bem como referências teóricas relativas às metodologias de planejamento de obras, trazendo subsídios para contextualizar e correlacionar às práticas utilizadas pela gerenciadora com a literatura atual.

A consulta realizada nas bases de dados demonstrou que a literatura é centrada na elaboração de cronogramas de obras estruturados a partir das disciplinas pois utiliza como base a WBS (JUNG, WOO, 2004; HASSANEIN, MOSSELHI, 2004; JUNG, KANG, 2007; WINCH, NORTH, 2006; CHUA, GODINOT, 2006; LEE, YI, 1999; LI, LU, 2017). O foco é quase sempre o controle sobre as atividades com objetivo de analisar a programação de material e mão de obra em função do controle sobre as despesas e o fluxo de caixa.

Os estudos desenvolvidos por Olivieri et al. 2016, Kenley e Seppänen, 2009 e Vargas, 2018, abordam a metodologia de planejamento de obras baseado na localização *Location-Based* (LB), como LBS, LBMS, ELP e zonas de trabalho, onde o local é visto como uma unidade de análise. Apesar de estruturar os cronogramas por locais, as zonas de trabalho são utilizadas para identificar a localização onde as atividades das disciplinas deverão ser executadas. As zonas de trabalho não são tratadas como um nível hierárquico da estrutura do cronograma.

A definição de áreas de trabalho utilizada pela gerenciadora é diferente da utilizada na literatura. Para a gerenciadora o termo área de trabalho representa:

*“uma subdivisão do layout do projeto que não está associado a nenhum elemento construtivo. Ele pode ser um ambiente ou parte de um ambiente e deve estar associado a uma entrega. A área de trabalho será a unidade mínima a ser considerada na definição das tarefas do cronograma. As atividades das disciplinas serão subtarefas de uma área de trabalho”.*

Conforme a literatura demonstrou, os métodos de planejamento abordam vários aspectos relacionados a elaboração de cronogramas de obra, mas não descrevem processos com o objetivo de estruturar cronogramas para a totalização dos avanços tanto por disciplinas como por ambientes.

#### 4.1.3 Identificação das necessidades e dos requisitos

A partir da entrevista preliminar e da análise dos relatórios e cronogramas utilizados pela gerenciadora foi possível identificar as necessidades e os requisitos dos clientes e da própria gerenciadora.

O fato desta gerenciadora procurar concentrar a elaboração de todos seus relatórios em apenas duas planilhas automatizadas a partir da programação VBA, possibilitou identificar de forma rápida todos os indicadores de desempenho utilizados nos últimos 10 anos para atender as necessidades dos clientes e da gerenciadora. As demandas dos gerentes de contrato e dos clientes, como um relatório ou indicador, foram incorporadas às planilhas para serem geradas para todas as obras. A incorporação de novos requisitos exigiu que os cronogramas fossem aprimorados para permitir a geração das informações necessárias para a elaboração de todos os relatórios. Assim, foram identificados requisitos tanto em relação as atividades desenvolvidas em campo como em relação as atividades realizadas durante a elaboração dos cronogramas para atender as necessidades dos clientes.

A identificação dos requisitos dos clientes e dos gerentes de contrato possibilitou a elaboração de uma lista preliminar que foi validada na entrevista realizada com os especialistas. Após a entrevista as informações foram organizadas em quadro. No quadro 4-1, o quadro final que relacionando a necessidade e o requisito a ser atendido.

Quadro 4-1 - Necessidades e requisitos

Gerenciadora	
Necessidade	Requisitos
Verificar Consistência Cronograma	Possibilitar a filtragem das atividades por áreas de trabalho e disciplinas
Gerar Tabela de Dados	Gerar colunas customizadas com a informação correspondente aos níveis N1 (Obra), N2 (Prédio/Unidade), Áreas de Trabalho e Disciplinas
Detalhar as Informações	Possibilitar a filtragem das tarefas conforme os itens utilizados no N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas
Verificar Avanço	Permitir agrupar os itens dos níveis hierárquicos do cronograma
Estrutura por Ambientes	Organizar as informações para a geração de um roteiro para fiscalização
Condicionar Atividades	Limitar a execução das atividades a uma área de trabalho
Conferir Escopo	Possibilitar a filtragem do cronograma por áreas de trabalho e disciplinas
Verificar Lógica	Possibilitar a filtragem do cronograma por grupos/prédios, áreas de trabalho e disciplinas
Cliente	
Necessidade	Requisito
Analisar os Ambientes	Possibilitar a verificação do avanço de cada disciplina bem como percentual previsto e realizado de cada atividade no cronograma
Acompanhar o Desempenho da Obra	Receber os relatórios semanais de obra por ambientes e por atividades com as informações necessárias ao monitoramento da obra

Fonte: O autor.

#### 4.1.4 Identificação do modelo de totalização dos avanços

O modelo de totalização dos avanços é definido pela forma com as empresas dividem o projeto em áreas de controle, a forma como as informações são estruturadas no cronograma de obra e a forma como as informações são totalizadas em cada etapa da obra. Os percentuais podem ser totalizados por ambientes, por disciplinas ou por ambas as formas. Desta forma foi realizada uma busca no banco de dados dos arquivos dos projetos. A busca visou selecionar as obras de médio e grande porte que poderiam possuir cópia dos documentos arquivados e atendiam aos requisitos da pesquisa. Foram listados 33 projetos conforme Quadro 4-2. O objetivo foi buscar mais subsídios para o aprimoramento dos fluxogramas iniciais.

Quadro 4-2 - Projetos selecionados para análise inicial da documentação

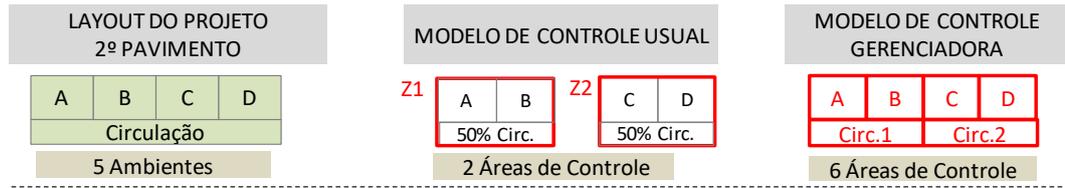
Tipo	Ano	Porte	Tipo	Ano	Porte
Industria	2009	Grande	CD	2013	Grande
Industria	2011	Grande	Industria	2013	Grande
Material Construção	2011	Grande	CD	2014	Grande
Industria	2012	Grande	Industria	2014	Grande
Material Construção	2012	Grande	Industria	2014	Grande
CD	2012	Médio	Industria	2015	Médio
CD	2012	Grande	Industria	2015	Médio
CD Refrigerado	2012	Grande	Condomínio	2015	Médio
Atacado	2012	Grande	Galpões	2015	Médio
CD	2013	Grande	CD	2015	Grande
CD	2013	Grande	Centro Cultural	2016	Médio
Shopping	2013	Grande	Shopping	2016	Grande
Shopping	2013	Grande	Edifício Comer.	2016	Grande
CD	2013	Grande	Condomínio	2017	Grande
CD	2013	Grande	Industria	2017	Médio
Atacado	2013	Grande	Hangar	2018	Grande
CD	2013	Médio			

Fonte: O autor

A análise dos relatórios realizadas para a identificação dos requisitos e a análise dos cronogramas possibilitou a identificação do modelo de totalização dos avanços utilizado pela gerenciadora de obra. O modelo de totalização dos avanços está relacionado a forma de divisão do projeto em áreas de controle e ao sistema de localização adotado.

A figura 4-1 demonstra o layout do segundo pavimento de uma edificação que foi projetado com 5 ambientes, sendo uma área de circulação e 4 salas separadas (Circulação e A, B, C, D). No modelo de totalização dos avanços usual foram geradas 2 áreas de controle Z1 (Zona 1) e Z2 (Zona 2) a partir da divisão e/ou agrupamento de vários ambientes. No modelo da gerenciadora foram geradas 6 áreas de controle com metragem equivalente.

Figura 4-1 - Layout do projeto e modelos de totalização usual e da gerenciadora



Fonte: O autor

A figura 4-2 demonstra uma situação hipotética em relação a uma semana qualquer de planejamento da gerenciadora. São demonstradas as atividades previstas para as disciplinas Ar-condicionado, Elétrica e Incêndio e as atividades executadas com os respectivos avanços medidos tanto no sistema de controle usual como os valores medidos no sistema de controle da gerenciadora.

Figura 4-2 - Comparação entre o controle usual e uma situação hipotética para uma semana de planejamento segundo a Gerenciadora

REALIZADO SEMANAL			
Controle Usual		Controle Gerenciadora	
Ar-Condicionado			
Ar-Cond. = 66%	P1 = 66% - P2 = 66%	A, B, C e Circ. 2 = 100%	
Elétrica			
Elétrica = 50%	P1 = 50% - P2 = 50%	B e C = 100%	
Incêndio			
Incêndio = 75%	P1 = 50% - P2 = 100%	A, C e Circ.2 = 100%	
REALIZADO CONSOLIDADO			
Controle Usual Diretamente no Cronograma		Controle Gerenciadora Diretamente no Cronograma	
Ar-Cond. = 66%	Z1 = 57%	A, B e C = 100% - D = 0%	Ar-Cond. = 66%
Elétrico = 50%	Z2 = 71%	Circ.1 = 0% e Circ.2 = 66%	Elétrico = 50%
Incêndio = 75%	Geral = 64%	Geral = 64%	Incêndio = 75%
		Controle Gerenciadora Colunas Customizáveis	
		Ar-Cond. = 66%	Z1 = 57%
		Elétrico = 50%	Z2 = 71%
		Incêndio = 75%	

Fonte: O autor.

A partir da análise da figura 4-2, podemos observar a totalização do avanço percentual executado, conforme o método de controle. Considerando que no modelo usual o cronograma foi estruturado por disciplinas e que o cronograma da gerenciadora foi estruturado por ambientes.

No controle usual é possível totalizar as informações referentes ao avanço total, por disciplinas e para as áreas de controle Z1 e Z2, diretamente no cronograma, contudo não será possível totalizar o avanço individualizado para cada ambiente (A, B, C D e Circulação), mesmo com o uso de colunas customizadas para a geração do avanço por agrupamento.

No controle da gerenciadora é possível totalizar as informações referentes ao avanço total e para os ambientes de forma direta no cronograma, contudo será possível totalizar o avanço individualizado para cada Disciplinas e para as áreas Z1 e Z2 com o uso de colunas customizadas para a geração do avanço por agrupamento.

O modelo de totalização dos avanços da gerenciadora realizado a partir de um cronograma estruturado por ambientes e subdividido por disciplinas possibilita totalizar os percentuais de avanço tanto para os ambientes como para a disciplinas. Além disso, possibilita a realização de análises detalhadas a partir das informações que constam nas colunas customizadas.

A forma de divisão do projeto em áreas de controle, utilizados para a estruturação dos cronogramas conforme os procedimentos observados na gerenciadora, tem como objetivo possibilitar aos clientes a visualização das informações sobre o avanço físico dos ambientes sem a necessidade de realizar qualquer consulta a própria gerenciadora ou ao pessoal de campo. Estes cronogramas permitem repassar aos clientes/investidores as informações sobre o avanço da obra de forma transparente e direta.

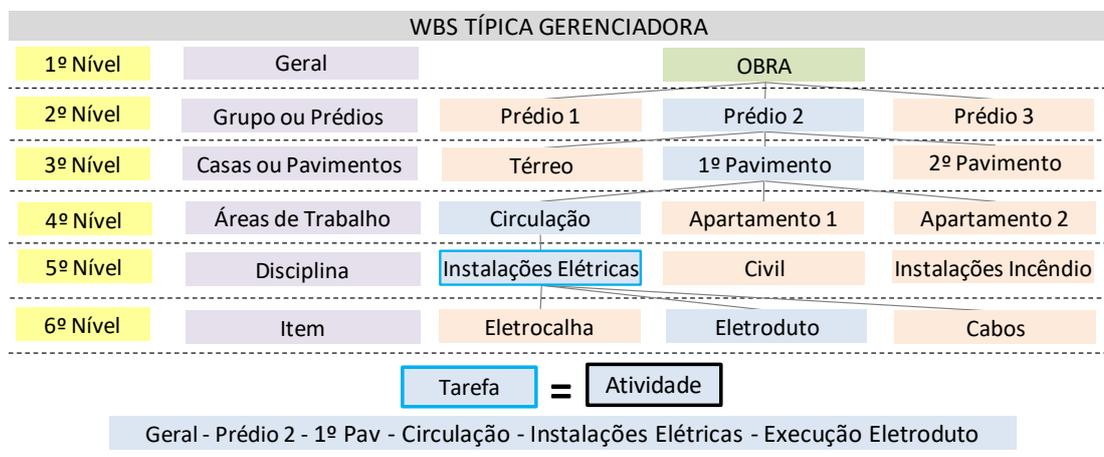
#### 4.1.5 Identificação da metodologia de programação de projeto

A partir da identificação do modelo de totalização dos avanços foi realizada a análise da estrutura do cronograma e o sistema de localização praticado. A análise dos cronogramas utilizados e as informações repassadas nas entrevistas informais possibilitou verificar que não havia a intenção de seguir alguma metodologia de programação de projetos específica. A geração dos cronogramas a partir da utilização do programa MS Project® demonstra o foco na utilização da técnica CPM, com objetivo de acompanhar o caminho crítico da obra, mesmo sabendo que a técnica não identifica claramente onde é a alocação física das tarefas a serem executadas (OLIVIERI, GRANJA, 2016). A WBS adaptada nesta pesquisa demonstra a incorporação de

elementos do sistema de gerenciamento baseado em localização (LBMS) como a estrutura analítica de localização (LBS) (KENLEY, SEPPÄNEN, 2009).

Para sanar esta deficiência em relação ao controle da ocupação dos espaços da obra a gerenciadora incorporou as áreas de trabalho em um nível mais elevado dentro da estrutura da WBS vinculando a execução das tarefas das disciplinas às mesmas, figura 4-3. Apesar de não haver uma WBS formal a ser seguida na gerenciadora, pode-se observar que a prática demonstra a utilização de uma estrutura analítica de projeto hierárquica de modo que uma localização de nível superior inclui logicamente todos os dados das localizações de nível inferior. Assim, toda atividade a ser executada na obra está vinculada a uma disciplina que estará vinculada a uma área de trabalho previamente definida. Isto ocorre devido à definição das áreas de trabalho ser realizada antes do início da execução da obra e estar hierarquicamente em um nível superior a definição das disciplinas e suas atividades.

Figura 4-3 - Exemplo de WBS identificada na gerenciadora



Fonte: O autor.

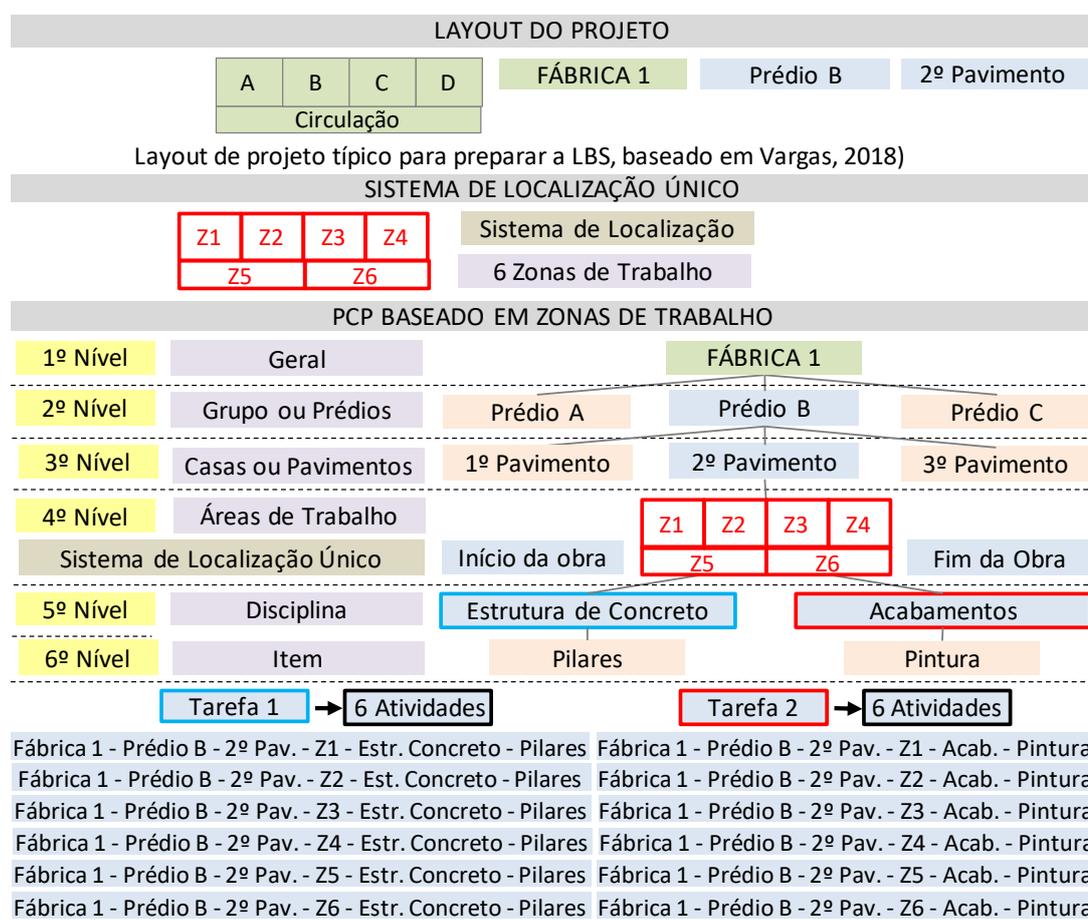
Apesar de não ter formalizado uma estrutura analítica de projeto, a WBS informal adotada pela gerenciadora, demonstra que as áreas de trabalho procuram ser incorporadas no 4º nível de estruturação, seguidos pelas disciplinas (5º nível) e itens (6º nível) e devem ser as mesmas para todas as atividades.

A partir do exemplo de Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho, elaborado por Vargas (2018), figura 2-2, foi desenvolvido o desenho do Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho identificado na gerenciadora, conforme figura 4-4. Conforme o procedimento “Subdividir os Prédios/Unidades em Áreas de Trabalho”, destacado nos dois

fluxogramas (Figura 4-6 e 4-7 – cor cinza), pode-se perceber que a gerenciadora procura seguir o conceito de zonas de trabalho quando realiza a quebra do projeto em locais menores, delimitados e bem definidos para serem utilizados no planejamento e controle das atividades realizadas nas áreas de trabalho definidas para o projeto.

Diferente do que é verificado no exemplo de sistema de localização, descrito no trabalho de Vargas (2018), a gerenciadora define apenas um sistema de localização a ser utilizado em todas as fases da obra. O objetivo é uniformizar o controle e tornar as informações mais precisas desde o início da obra. O cronograma assim estruturado pode ser reorganizado em novos agrupamentos de ambientes quando houver a necessidade de alterar o sequenciamento original das atividades da obra, sem que ocorra uma alteração significativa nos avanços verificados, pois dificilmente haverá necessidade de acrescentar, subdividir ou remover tarefas em função da mudança a ser realizada na execução da obra.

Figura 4-4 - Exemplo de Sistema de Localização e Hierarquia de Zonas de Trabalho identificado na gerenciadora (Adaptado de Vargas, 2018)



Fonte o autor.

Embora a gerenciadora realize as ações mencionadas na figura 4-4, não existe qualquer representação gráfica para auxiliar a equipe a ter uma compreensão do como será definido o sistema de localização do projeto, o que em uma última análise, representa a subdivisão do cronograma em áreas de trabalho. Apesar da gerenciadora utilizar aparentemente o elemento localização da *Location Breakdown Structure* (LBS) na estrutura de seus cronogramas, a definição de tarefa não é a mesma. Na metodologia baseada em localização a tarefa pode conter várias atividades que devem ser executadas em um fluxo contínuo em vários locais. Foco no ritmo da atividade.

No estudo realizado por Kenley e Seppänen, (2009) em relação a Location-Based Management System (LBMS); bem como em Vargas (2018) em relação definição de áreas de trabalho, este estudo descreve um processo de zoneamento distinto. O processo de zoneamento adotado pela gerenciadora antecede a elaboração de cronogramas e deve ser adotado para todas as fases do projeto, facilitando e padronizando a elaboração de relatórios com o objetivo de atender os requisitos dos clientes.

Os cronogramas estruturados conforme os procedimentos observados e mapeados têm como objetivo possibilitar a visualização das informações sobre o avanço físico dos ambientes sem a necessidade de realizar qualquer consulta à própria gerenciadora ou ao pessoal de campo. Estes cronogramas permitem repassar aos investidores as informações sobre o avanço da obra de forma transparente e objetiva.

Para a gerenciadora, a tarefa é entendida como uma atividade a ser executada exclusivamente em um único local em um determinado momento. O objetivo da gerenciadora é manter um fluxo contínuo de atividades em cada local. Foco no ritmo do local.

A área de trabalho deverá ser unidade mínima a ser considerada na definição das tarefas do cronograma, representando uma unidade de controle e o lote de transferência entre atividades a serem executadas na obra. Em situações especiais, conforme o tipo de atividade e tamanho da área de trabalho, a mesma poderá ser subdividida para possibilitar a realização de atividades em paralelo quando o objetivo for recuperar tarefas atrasadas. Nesta situação o lote de transferência será equivalente à parte da área de trabalho. Como norma geral, os serviços e as atividades deverão sempre estar vinculados a uma área de trabalho.

É importante salientar que o conceito de zonas de trabalho e lotes de produção utilizados pela gerenciadora não estão associados a elementos construtivos, desta forma é possível evitar que duas zonas de trabalho possam ser definidas dentro do mesmo ambiente físico da obra, isto

evita que as atividades de duas disciplinas (serviços) diferentes possam ser executadas no mesmo espaço.

Apesar do processo de estruturação dos cronogramas estar muito próximo da metodologia de gerenciamento de projeto *Location-Based Management System (LBMS)*, a gerenciadora não faz uso da linha de balanço ou diagrama de fluxo. Na gerenciadora em estudo, a técnica do CPM é utilizada no controle das datas de entrega dos ambientes do projeto. Desta forma o cronograma disponibiliza as informações necessárias para a elaboração dos relatórios utilizados no gerenciamento dos prazos de execução das atividades da obra.

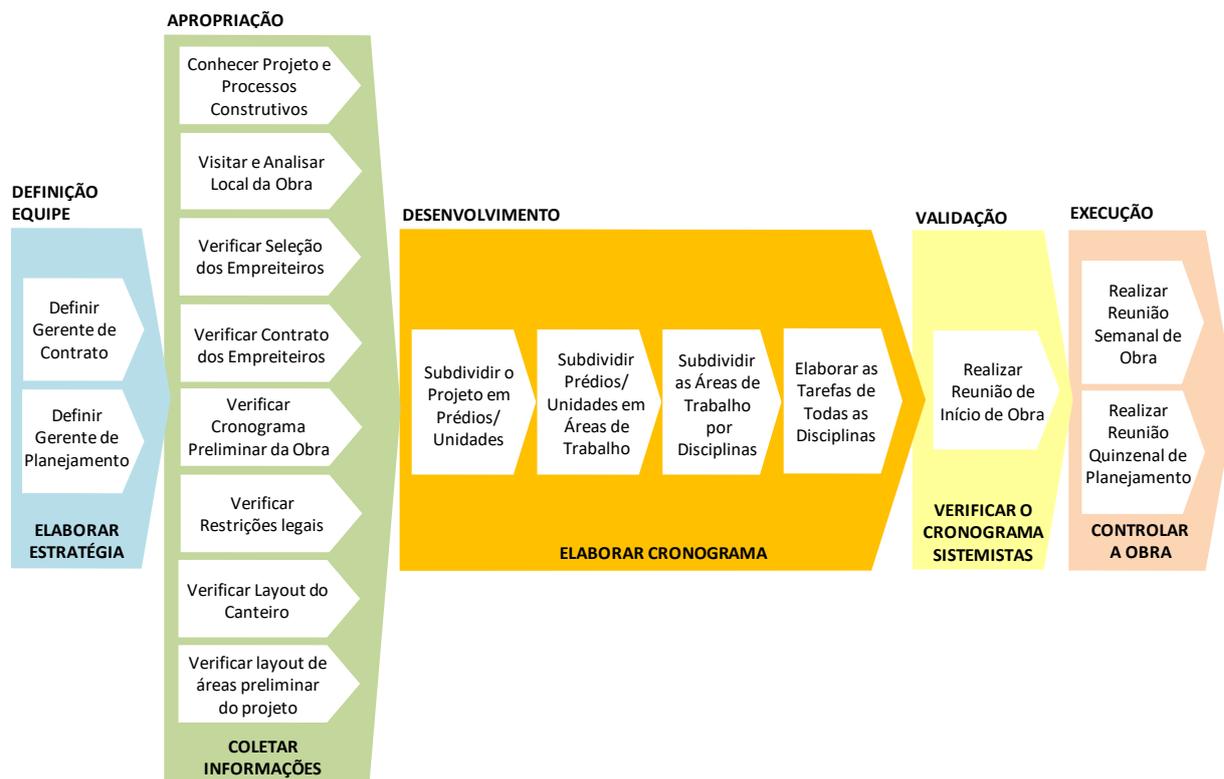
O cronograma estruturado por ambientes otimiza a fiscalização das tarefas e a medição do avanço físico da obra pois todas as atividades de um mesmo ambiente estão agrupadas na mesma parte do cronograma. Além disso, se a estruturação do cronograma por ambientes for organizada conforme a lógica de execução da obra e a estrutura do projeto, o próprio cronograma organiza um roteiro de fiscalização otimizando os deslocamentos necessários para a medição do avanço semanal da obra.

#### 4.1.6 Identificação das etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora

A partir da experiência do pesquisador e as informações obtidas nas entrevistas preliminares foi possível identificar as etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora, conforme a figura 4-5, na qual é possível verificar as 5 etapas.

Figura 4-5 - Etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora

**Etapas executadas durante a elaboração do cronograma de obra na gerenciadora**



Fonte o autor.

A primeira etapa corresponde fase de definição da equipe, quando e elaborada a estratégia de controle do projeto. A segunda etapa corresponde a fase de apropriação do conhecimento em relação ao projeto, quando deve ser feita a coleta das informações necessárias ao desenvolvimento do cronograma. A terceira etapa corresponde a fase de desenvolvimento, quando a partir da análise das informações coletadas deve ser realizada a elaboração do cronograma. A quarta etapa corresponde a fase de validação da versão final do cronograma, quando o cronograma elaborado deve ser encaminhado a todos os empreiteiros para análise e validação a ser realizada na reunião de início de obra. A quinta etapa corresponde a fase de execução do projeto, quando o cronograma deverá ser utilizado para controlar o andamento da obra.

#### 4.1.7 Métricas e critérios para aceitação do Artefato

O artefato deve agrupar todos os processos executados pela gerenciadora durante a elaboração do cronograma de obra. Ele deve demonstrar os procedimentos utilizados para identificar os fatores que podem impactar o andamento da obra e os procedimentos utilizados para subdividir o projeto em áreas menores para elaboração do cronograma de obra. Os cronogramas elaborados a partir dos procedimentos identificados deve atender as necessidades e os requisitos dos clientes e dos gerentes de contrato como: (i) verificar Consistência Cronograma; (ii) gerar tabela de dados; (iii) detalhar informações; (iv) verificar avanço; (v) estrutura por ambientes; (vi) condicionar atividades; (vii) conferir escopo; (viii) verificar lógica; (ix) analisar os ambientes; entre outros.

#### 4.1.8 Objetivos alcançados na etapa Conscientização

Nesta etapa foi verificado que o problema norteador da pesquisa está centrado na forma de estruturar os cronogramas de obra para a geração de indicadores de desempenho fundamentados em disciplinas e ambiente, bem como o controle da ocupação dos espaços ao longo da execução da obra.

Resultados alcançados nesta etapa: (i) a compreensão do processo de elaboração de cronogramas de obras em uma gerenciadora de obra civis; (ii) o mapeamento e identificação dos procedimentos e critérios utilizados durante a elaboração dos cronogramas de obra realizada por gerenciadoras; (iii) a identificação da metodologia de programação de projeto adotada para estruturação dos cronogramas; (iv) a identificação do modelo de totalização dos avanços que a gerenciadora utiliza para gerenciar as obras; (v) a identificação dos requisitos necessários para atender as expectativas dos clientes e da gerenciadora.

## 4.2 SUGESTÃO

Nesta etapa foi proposto o mapeamento dos procedimentos da gerenciadora, como base contextual para desenvolvimento de ferramenta para elaboração de cronogramas de obras civis norteados pela divisão de áreas de trabalho. Os mapeamentos são artefatos preliminares que documentam, sintetizam e trazem visibilidade a todos os procedimentos e critérios identificados na gerenciadora durante a elaboração dos cronogramas de obra. Ficou definido que as informações referentes ao processo de elaboração de cronograma identificadas no mapeamento

realizado na gerenciadora deveriam ser organizados no formato de fluxogramas desenhados no Excel®.

#### 4.2.1 Premissas e requisitos para a construção do artefato

As premissas e requisitos para a construção do artefato foram definidas a partir das métricas e critérios definidos para aceitação do artefato. O artefato deve possibilitar o agrupamento dos processos executados pela gerenciadora durante a elaboração do cronograma de obra de forma organizada e deve identificar as relações de dependência entre as atividades realizadas. Deve possibilitar a identificação dos fatores que podem impactar o andamento da obra e os procedimentos utilizados para subdividir o projeto em áreas menores para elaboração do cronograma de obra.

#### 4.2.2 Fluxogramas preliminares no Excel®

Após as entrevistas preliminares foi verificado que a etapa de determinação das áreas de trabalho era essencial para a estruturação do cronograma de obra. A necessidade de gerar os indicadores por ambientes e gerenciar os espaços de forma a evitar a programação de atividades diferentes para um mesmo local exigia que o cronograma fosse estruturado a partir da subdivisão do projeto em áreas menores para controle. Além disso havia um número grande de procedimentos associados somente a esta etapa, mas que dependiam das informações de outros subprocessos. Desta forma optou-se por dividir os processos, procedimentos e critérios utilizados pela gerenciadora em 2 fluxogramas.

Os procedimentos utilizados para identificar os fatores que podem impactar o andamento da obra e os procedimentos utilizados para subdividir o projeto em áreas menores para elaboração do cronograma foram organizados no fluxograma “Elaboração do Cronograma de Obra”, [Apêndice B](#). Para descrever de forma mais detalhada e possibilitar visualiza as relações de dependência entre os subprocessos associados diretamente a subdivisão do projeto em áreas de trabalho foi elaborado o fluxograma “Determinação das Áreas de Trabalho” [Apêndice C](#).

Ambos os fluxogramas possuem o procedimento “Subdividir os Prédios/Unidades em Áreas de Trabalho”, salientados em cinza. As informações repassadas pelos entrevistados em conjunto como as informações organizadas pelo entrevistador em função de sua experiência pessoal foram sendo agrupadas por assunto e a análise do conteúdo permitiu consolidar as

informações em dois fluxogramas. Os fluxogramas desenhados no Excel® possibilitaram a visualização das relações de dependência entre as operações.

#### 4.2.3 Seleção dos projetos

A Seleção dos projetos ocorreu após as entrevistas preliminares, quando os entrevistados ajudaram a identificar vários projetos que poderiam conter evidências do material utilizado para a elaboração dos cronogramas. Foi realizada uma pesquisa no banco de dados para analisar o material utilizado nos projetos como por exemplo: cronogramas dos empreiteiros, layout de canteiro, plano semanal por disciplinas, divisão preliminar do projeto em áreas menores conforme as entregas, entre outros. Foram selecionados nove projetos que continham informações relevantes sobre o material utilizado como base, descritos no Quadro 4-3.

Quadro 4-3 - Projetos selecionados na gerenciadora

Período Obra	Tipo de Edificação	Metragem	Estado
2011	Loja Material Construção	23.000 m2	RJ
2012	Loja Material Construção	23.000 m2	RS
2012	Shopping	85.000 m2	MG
2012	Centro de Distribuição	14.500 m2	RS
2013	Centro de Distribuição	116.000 m2	SP
2013 a 2014	Centro de Distribuição	61.000 m2	SP
2015 a 2018	Condomínio Residencial	56.000 m2	GO
2015 a 2016	Shopping	58.000 m2	SP
2017 a 2018	Hangar	18.500 m2	SP

Fonte: Documentos de projeto da Gerenciadora.

Conforme verificado no Quadro 4-2, a gerenciadora executa obras de médio e grande porte em vários estados brasileiros. O escritório da gerenciadora fica na cidade de São Paulo capital. Para a elaboração do cronograma é necessário que as informações sejam coletadas no local da obra devido à característica do projeto e legislação local. Além disso, é necessário verificar os fornecedores locais, a disponibilidade de máquinas e equipamentos, bem como mão de obra e capacidade de produção.

A execução dos projetos fora da base da gerenciadora justifica a adoção de um procedimento mais estruturado para que o gerente de contrato tenha acesso as orientações completas para realizar a coleta e organização das informações necessárias para a elaboração do

cronograma, mesmo estando distante fisicamente do escritório central. Além disso, o gerente de planejamento pode verificar e avaliar remotamente se os procedimentos estão sendo executados conforme o processo estabelecido para a elaboração do cronograma com o objetivo de atender as necessidades dos clientes.

#### 4.2.4 Coleta de evidências no banco de dados

A coleta das evidências físicas ocorreu após uma análise do material salvo no banco de dados dos projetos selecionados. As evidências consistem em documentos de projeto que contemplam dados sobre processos, procedimentos e critérios utilizados na elaboração dos cronogramas e que corroboram as informações repassadas pelos entrevistados nas entrevistas. Dentre as evidências se incluem: cronogramas dos empreiteiros, layout de canteiro, plano semanal por disciplinas, divisão preliminar do projeto em áreas menores, desenhos, esquemas, planos de montagem, relatórios e gráficos, os quais foram utilizados como base para a elaboração dos cronogramas de obra. Também foram coletados os relatórios semanais que evidenciaram a geração das informações necessárias para o acompanhamento e controle das obras por ambientes. O fato do autor deste estudo fazer parte da equipe da gerenciadora possibilitou o acesso livre aos documentos e à análise dos cronogramas dos projetos apresentados na seção anterior.

As evidências descritas no Quadro 4-4 foram coletadas a partir da análise de todos os documentos arquivados nos projetos descritos no Quadro 4-2 e encontram-se no *hyperlink* da palavra [anexos](#). Observou-se um padrão de documentos utilizado como base para o desenvolvimento e geração dos cronogramas de obras. Os mais utilizados foram: o cronograma do empreiteiro, o cronograma preliminar da obra, os projetos da obra e a divisão preliminar da obra. Além destes documentos a gerenciadora utilizou em algumas poucas obras o plano de montagem, [anexos](#) I, J, K, U e V. Este padrão foi identificado nas obras de médio e grande porte, complexas e com o prazo de entrega definidos, nas quais o cliente havia solicitado a geração de relatórios e indicadores de desempenho para o controle das entregas por ambientes e por disciplinas.

Quadro 4-4 - Principais documentos identificados nos projetos e selecionados para análise

Projetos analisados		Evidências - documentos					
		Cronograma do empreiteiro	Minuta do contrato - Fases obra	Cronograma preliminar da obra	Projetos da obra	Layout do canteiro de obra	Divisão preliminar da obra
Loja Material Construção	RS	X			X		
Loja Material Construção	RJ	X	X		X	X	
Shopping	MG		X	X	X		X
Centro de Distribuição	RS	X		X	X	X	
Centro de Distribuição	SP			X	X		X
Centro de Distribuição	SP	X		X	X		
Condomínio	GO			X	X		X
Shopping	SP		X	X	X		X
Hangar	SP			X	X		X

Fonte: O autor

O número de documentos localizados na pesquisa realizada no banco de dados demonstrou de forma clara que a quantidade de procedimentos realizados em cada projeto era maior do que foi relatado pelos entrevistados durante as entrevistas informais, evidenciado a falta de apropriação destes procedimentos por parte dos entrevistados.

#### 4.2.5 Seleção dos entrevistados na gerenciadora

A seleção dos gerentes de contratos para realizar a entrevista semiestruturada ocorreu após a identificação dos projetos que continham evidências relativas à estruturação do cronograma. Foram definidos como possíveis entrevistados os Engenheiros Civis e Arquitetos que atuam como gerente de contrato ou coordenador de obra na gerenciadora e estão envolvidos no processo de elaboração de cronogramas. O Quadro 4-5 resume as características dos profissionais selecionados na gerenciadora para as entrevistas.

Quadro 4-5 - Características profissionais selecionados na gerenciadora

Idade (anos)	Formação	Ano de Graduação	Gerente de Contrato	Coordenador	Tempo de Trabalho em Gerenciamento	Já participou do processo de elaboração de cronograma de obra?
43	Eng. Civil	1999	Sim		> 7 anos	Sim
39	Eng. Civil	2004	Sim	Sim	> 7 anos	Sim
39	Eng. Civil	2003	Sim		> 7 anos	Sim
63	Eng. Civil	1979	Sim	Sim	> 7 anos	Sim
39	Arquiteto	2003	Sim	Sim	> 7 anos	Sim
46	Eng. Civil	1996	Sim		> 7 anos	Sim
31	Eng. Civil	2012	Sim		4 a 7 anos	Sim
61	Eng. Elétrico	1983	Sim		> 7 anos	Sim
45	Eng. Civil	2004	Sim		> 7 anos	Sim

Fonte: O autor.

#### 4.2.6 Entrevista semiestruturada com a equipe da gerenciadora

A primeira parte da entrevista semiestruturada possibilitou identificar as características dos entrevistados, dentre as quais podemos destacar o fato de todos terem mais de 16 anos de formados e possuir uma idade média de 45 anos, sendo que em sua maioria, conta com mais de 10 anos de experiência em gerenciamento de obras comerciais e industriais atuando há mais de 7 anos na mesma gerenciadora.

A entrevista semiestruturada foi realizada com os profissionais da gerenciadora selecionados. O roteiro semiestruturado está disponível no [Apêndice A](#). Para cada bloco de perguntas foram elaboradas planilhas com a totalização das respostas de forma a permitir a análise dos resultados individualmente. A Tabela 4-5 resume as informações do 1º Bloco de perguntas. As perguntas tinham como objetivo verificar a percepção do entrevistado sobre a elaboração e uso do cronograma de obra. Os entrevistados podiam escolher mais de uma opção em cada pergunta. A totalização das respostas demonstra a frequência em que o item foi citado.

Tabela 4-5 - Respostas do 1º Bloco

03 - Já participou do processo de elaboração de cronograma de obra?	Sim	100%
	Não	0%
04 - Caso positivo, o que considera mais difícil na elaboração do cronograma?	Decidir qual o escopo dever ser lançado.	44%
	Determinar a forma de estruturar o cronograma.	33%
	Dividir o projeto em áreas menores para controle.	22%
	Outros:	0%
05 - Caso negativo, quem elabora o cronograma de obra?	O engenheiro da obra.	0%
	O orçamentista da obra.	0%
	A construtora contratada.	0%
	A gerenciadora da obra.	0%
	Outros:	0%
06 - Qual o tipo de controle você espera conseguir a partir do preenchimento do avanço das atividades do cronograma?	Custo.	22%
	Avanço geral.	100%
	Avanço por tipo de atividade (civil, elétrico, hidráulico etc.)	67%
	Avanço por local (prédio, pavimento, ambiente etc.)	56%
	Outros:	11%
07 - O que a gerenciadora normalmente utiliza como base para elaborar os cronogramas de obra sob sua responsabilidade?	Utilizamos a planilha orçamentária como base.	67%
	Utilizamos os projetos como base.	78%
	Outros:	0%
	Não utilizamos nada com base para estruturar o cronograma.	0%
08 - Como a gerenciadora normalmente divide o projeto antes da elaboração do cronograma de obra?	Por local (prédio, pavimento, ambiente etc.)	78%
	Por tipo de atividade (civil, elétrico, hidráulico etc.)	33%
	Dividimos o projeto sem nenhum critério específico.	0%
	Outros:	11%
	Não dividimos.	0%

Fonte: O autor, 2020.

Em relação às respostas da pergunta 8 do 2º Bloco, os entrevistados citaram os seguintes critérios para dividir o projeto em áreas menores: (i) áreas molhadas, por setor e áreas técnicas; (ii) prioridade de entrega; (iii) dividir por áreas e depois por disciplinas; (iv) por pavimento; (v) por etapa; (vi) local subdividido por atividade; (vii) em função da prioridade; (viii) dividir o piso por metragem quadrada e por ambiente.

A Tabela 4-6 resume as informações do 2º Bloco de perguntas às quais tinham por objetivo verificar a percepção dos entrevistados sobre a divisão em áreas menores e a utilização de critérios para isso.

Tabela 4-6 - Respostas do 2º Bloco

09 – A gerenciadora já dividiu o projeto em áreas menores de forma a considerar estas áreas na elaboração das tarefas do cronograma?	Sim	100%
	Não	0%
10 – A gerenciadora utilizou algum critério para dividir o projeto em áreas menores de forma a considerar estas áreas na elaboração das tarefas do cronograma?	Sim	100%
	Mencionou	89%
	Não	0%

Fonte: O autor, 2020.

A Tabela 4-7 resume as informações do 3º Bloco de perguntas que tinham por objetivo verificar a percepção dos entrevistados sobre a divisão do cronograma em áreas de trabalho. Cada entrevistado poderia escolher uma opção.

Tabela 4-7 - Respostas do 3º Bloco

11 - Você já controlou projetos em que o cronograma foi dividido em áreas menores para planejamento e controle?	Sim	89%
	Não	11%
12 - Você considera importante dividir projeto em áreas menores antes da elaboração dos cronogramas de obra?	Concordo totalmente.	89%
	Concordo.	11%
	Indiferente.	0%
	Não concordo.	0%
	Discordo totalmente.	0%
13 - Você diria que a divisão da obra em áreas menores aumenta a precisão sobre o andamento das atividades?	Concordo totalmente.	67%
	Concordo.	33%
	Indiferente.	0%
	Não concordo.	0%
	Discordo totalmente.	0%
14 - Você diria que a divisão da obra em áreas menores possibilita um melhor controle das atividades?	Concordo totalmente.	44%
	Concordo.	44%
	Indiferente.	11%
	Não concordo.	0%
	Discordo totalmente.	0%
15 - Você diria que a divisão da obra em áreas menores possibilita um melhor entendimento sobre o avanço da obra?	Concordo totalmente.	78%
	Concordo.	22%
	Indiferente.	0%
	Não concordo.	0%
	Discordo totalmente.	0%
16 - Você diria que a divisão da obra em áreas menores possibilita um melhor controle sobre entregas parciais?	Concordo totalmente.	89%
	Concordo.	11%
	Indiferente.	0%
	Não concordo.	0%
	Discordo totalmente.	0%
17 – Gostaria de acrescentar alguma coisa?		

Fonte: O autor, 2020.

Em relação a pergunta 17 do 3º Bloco, alguns entrevistados fizeram alguns comentários como: (i) “o cliente cobra o controle sobre os ambientes que quer receber”; (ii) “quanto mais detalhado for o cronograma melhor será o controle da obra”; (iii) “dividindo fica mais fácil fazer certos controles, permite um controle sobre partes menores, a divisão em áreas menores permite uma visão melhor e possibilita adotar estratégias em caso de um contingenciamento”.

A entrevista permitiu verificar que a gerenciadora possui uma equipe de gerentes de contrato muito experiente. Os entrevistados demonstraram saber que a gerenciadora já dividiu o cronograma de obra em unidades menores para controle com a utilização de procedimentos.

Consideraram relevante a estruturação dos cronogramas a partir da divisão do projeto em áreas menores pois concordam que esta atividade melhora e aumenta a precisão sobre o controle das atividades, além de permitir um melhor entendimento sobre o avanço, aumentando o controle sobre as entregas. Contudo foi percebido que o conhecimento não foi internalizado pelos gerentes de contrato da gerenciadora, pois poucos relataram lembrar mais de um critério utilizado. O [Apêndice A](#) – Questionário Estruturado contém as perguntas 1 a 17.

Os gerentes de contrato e coordenadores, principalmente os novos ficarão sem acesso a estas informações. Muitas práticas poderão ser perdidas ao longo do tempo à medida que poucas obras de médio e grande sejam gerenciadas pela equipe de gerentes de contrato. Além disso à medida que as pessoas saem da gerenciadora, estas levam consigo um conhecimento que não está mais disponível aos demais membros da equipe.

Este fato demonstra a importância de consolidar o conhecimento sobre o processo de elaboração de cronogramas em mapeamentos que possam ser utilizadas oportunamente (capacitação de pessoal, padronizar a realização dos próprios cronogramas, para melhoria contínua do processo propriamente dito e outras ações). Espera-se que ao formalizar, os procedimentos sejam usados sistemática e deliberadamente em obras de grande porte ou que exijam relatórios detalhados de avanço da obra.

#### 4.2.7 Fluxogramas intermediários no Excel®

Os fluxogramas intermediários foram elaborados após a consolidação e análises das respostas dos entrevistados. Desta forma foram elaborados o fluxograma intermediário “Elaboração Cronogramas de Obra” desenhado no Excel® ([Apêndice D](#)) e o fluxograma intermediário “Determinação das Áreas de Trabalho” desenhado no Excel® ([Apêndice E](#))

Nos fluxogramas intermediários os processos e procedimento foram reorganizados. A descrição das atividades e a relações de dependência entre os procedimentos e critérios que foram ajustadas ou acrescidos foram destacados em azul claro. Os fluxogramas ajustados demonstraram com mais precisão as operações que podem estar envolvidas na elaboração dos cronogramas de obra dentro da gerenciadora.

#### 4.2.8 Entrevista com especialistas

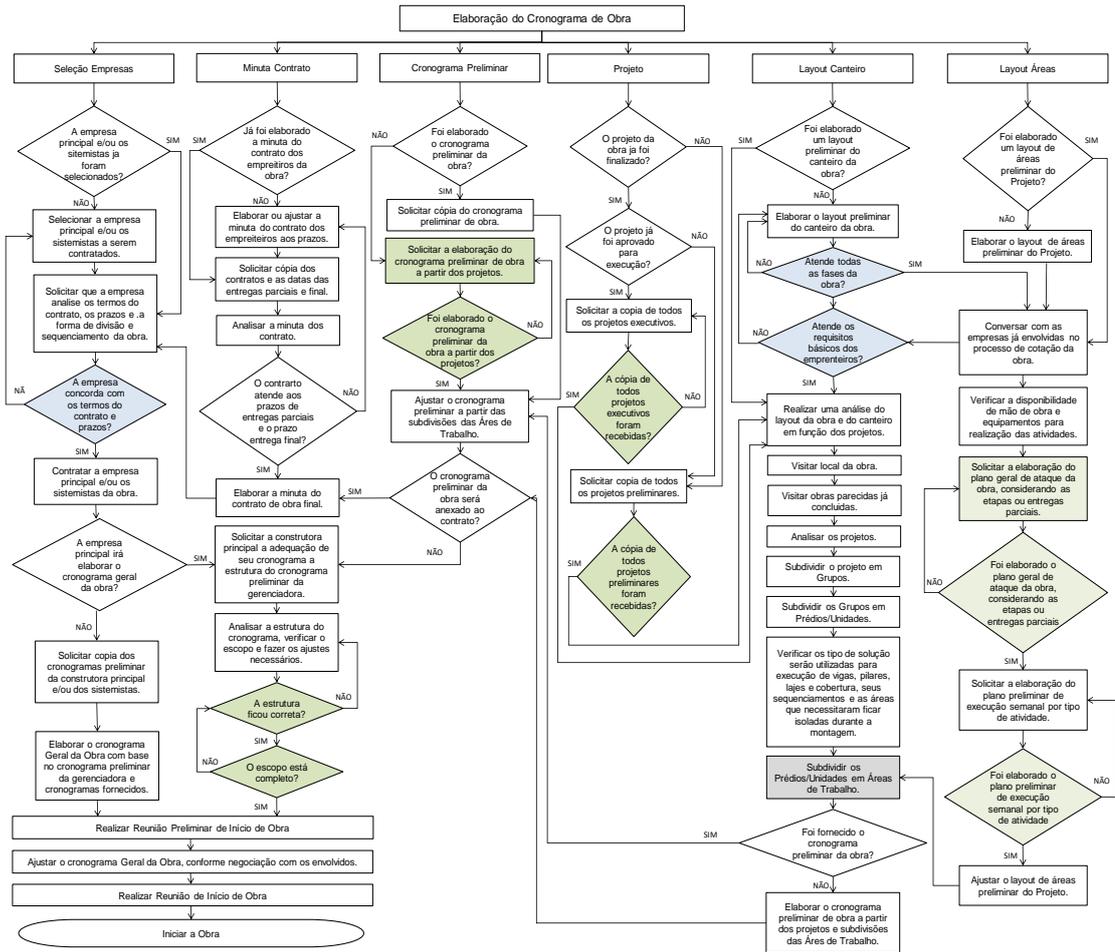
A entrevista com especialistas foi realizada de forma seletiva a partir da identificação dos 2 gerentes de contrato com mais experiência em obras rápidas e complexas e que haviam utilizado os cronogramas estruturados por ambientes. Estas entrevistas demoraram aproximadamente três horas durante as quais foi possível revisar criteriosamente cada item dos fluxogramas intermediários. O objetivo era confirmar/validar estes fluxogramas e fazer uma verificação geral para identificar e ajustar qualquer inconsistência que eventualmente não tivesse sido corrigida nos ajustes anteriores, bem como validar a tabela com as necessidades e requisitos dos clientes. As entrevistas ocorreram por telefone após o envio prévio dos fluxogramas intermediários e a tabela com os requisitos para análise dos entrevistados. As entrevistas foram exaustivas e todos os itens foram revisados, um a um. A possibilidade de analisar junto com o entrevistado cada fluxograma na sua totalidade foi fundamental para a definição dos fluxogramas finais.

Os fluxogramas finais demonstraram de forma estruturada e organizada a maioria dos procedimentos e critérios utilizados pela gerenciadora, contudo, não possibilitavam a identificação dos responsáveis pela realização de cada atividade.

#### 4.2.9 Fluxogramas finais no Excel®

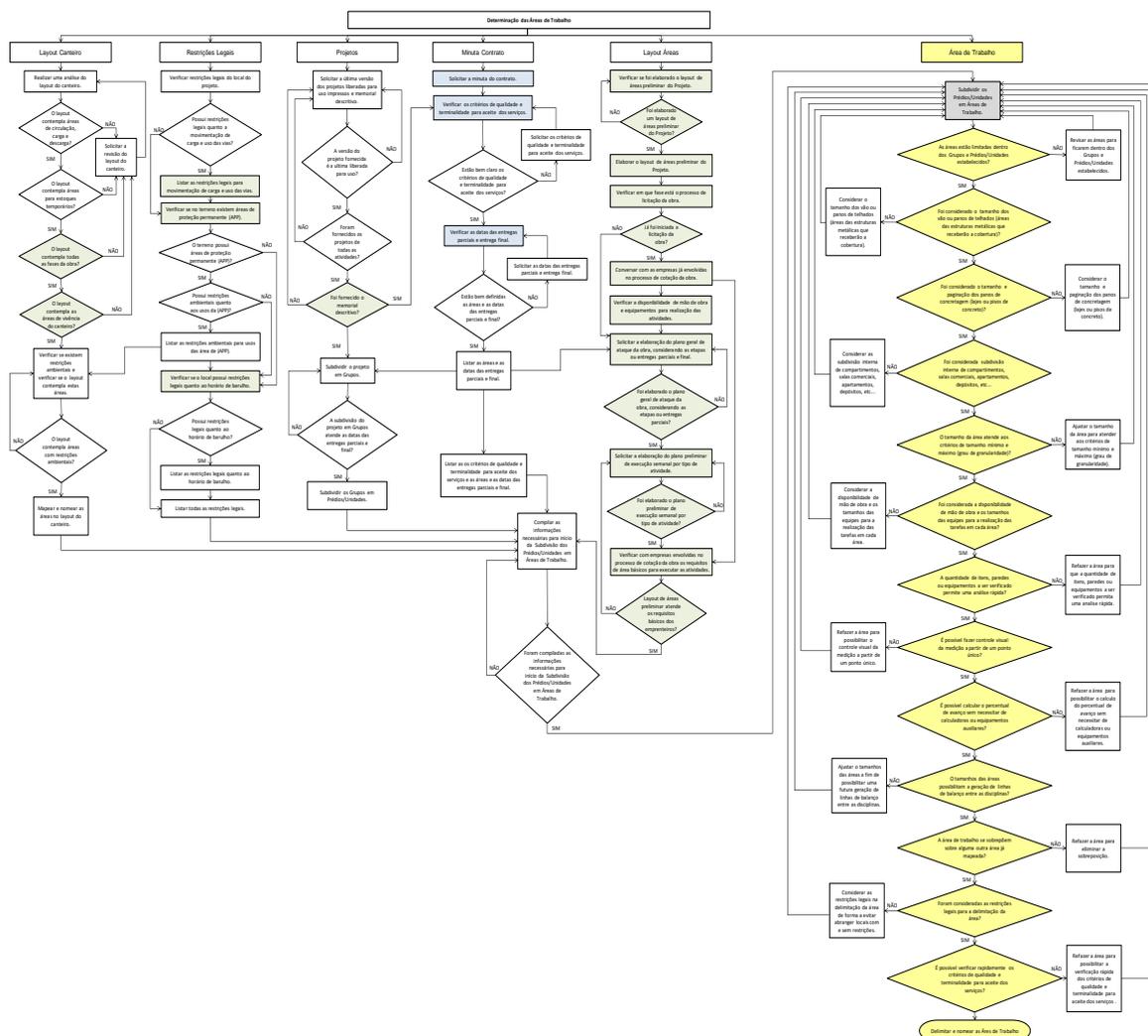
Os fluxogramas finais foram elaborados conforme as orientações repassadas pelos especialistas. As informações foram consolidadas nos fluxogramas finais, desenvolvidos no Excel®, Figuras 4-6 e 4-7. Nas figuras os itens salientados com o fundo azul claro foram acrescentados nos fluxogramas intermediários e os itens salientados com o fundo verde foram acrescentados nos fluxogramas finais.

Figura 4-6 - Fluxograma final - Elaboração Cronograma de Obra



Fonte: O autor.

Figura 4-7 - Fluxograma final - Determinação das Áreas de Trabalho



Fonte: O autor.

Na figura 4-7, os critérios utilizados no processo de Subdividir os Prédios/Unidades em Áreas de Trabalho estão destacados em amarelo. Conforme a Tabela 4-8, o fluxograma Elaboração Cronogramas de Obra desenhado no Excel®, todos os subprocessos mapeados foram aprimorados, o total de procedimentos e critérios decisórios aumentou de 47 para 57 itens.

A partir da Tabela 4-9, pode-se verificar que o fluxograma Determinação das Áreas de Trabalho desenhado no Excel®, também foi aprimorado, o total de procedimentos e critérios decisórios aumentou de 58 para 84, além disso, as relações de dependência e o fluxo de informação também foram ajustados. Este aprimoramento foi possível à medida que novas informações foram sendo disponibilizadas e, principalmente, após uma análise crítica detalhada dos fluxogramas intermediários por parte dos profissionais mais experientes no processo de elaboração de cronogramas de obra.

Tabela 4-8 - Evolução fluxograma - Elaboração Cronograma de Obra

Fluxograma - Elaboração Cronogramas de Obra			
Subprocesso	Procedimentos e Critérios		
	Preliminar	Intermediário	Final
Seleção Empresas	11	12	12
Minuta do Contrato	8	9	10
Cronograma Preliminar	4	4	6
Projeto	15	4	6
Layout Canteiro	2	14	14
Layout de Áreas	7	7	9
Totais Subprocessos:	Totais Procedimentos e Critérios:		
6	47	50	57

Fonte: O autor.

Após a análise do fluxograma preliminar Elaboração Cronograma de Obra foram realizadas algumas alterações significativas em 2 subprocessos. O subprocesso do Layout Canteiro recebeu 10 itens do subprocesso do Projeto ficando com 14. O subprocesso do Projeto foi acrescido de mais 2 itens, ficando com 4. Estas alterações foram necessárias para adequar os procedimentos e critérios por afinidade. O fluxograma final recebeu ajustes pontuais em vários subprocessos resultando num total de 57 itens, demonstrando todos os procedimentos e critérios que devem ser considerados durante a elaboração do cronograma de obra.

Tabela 4-9 - Evolução fluxograma - Determinação das Áreas de Trabalho

Fluxograma - Determinação das Áreas de Trabalho			
Subprocesso	Procedimentos e Critérios		
	Preliminar	Intermediário	Final
Layout Canteiro	7	7	10
Restrições Legais	8	8	12
Projetos	8	8	8
Minuta Contrato	7	9	12
Layout Áreas	-	-	14
Área Trabalho	28	28	28
Totais Subprocessos:	Totais Procedimentos e Critérios:		
6	58	60	84

Fonte: O autor.

Após a análise do fluxograma preliminar Determinação das Áreas de Trabalho foram realizadas algumas alterações pontuais. O subprocesso Minuta Contrato foi acrescido de 2 itens

e teve um alterado, passando de 7 para 9 processos e procedimentos. O fluxograma final recebeu ajustes pontuais em 3 subprocessos e o acréscimo do subprocesso Layout Áreas.

O subprocesso Projeto teve um item redundante removido, um item acrescido e um item deslocado para o subprocesso Minuta Contrato. O subprocesso Layout Áreas foi acrescido devido estar diretamente relacionado ao subprocesso Áreas Trabalho e não havia sido considerado nas versões anteriores. Desta forma o fluxograma final ficou com um total de 84 itens, que demonstram todos os procedimentos e critérios que devem ser considerados durante a determinação das áreas de trabalho, segundo a experiência desta gerenciadora.

Os fluxogramas finais tiveram um aprimoramento significativo em relação aos fluxogramas preliminares. Apesar dos fluxogramas finais permitirem demonstrar de forma estruturada e organizada a maioria dos procedimentos e critérios utilizados pela gerenciadora, estes fluxogramas não possibilitavam a identificação dos responsáveis pela realização de cada atividade.

Pelo menos 6 práticas identificadas foram recorrentes nas atividades desenvolvidas durante a elaboração dos cronogramas de obra, todavia muitas outras atividades precisam ser executadas, conforme o local da obra e tipicidade da edificação. Os dois fluxogramas finais são modelos de referência, uma vez que incluem a compilação de todas as práticas identificadas nas obras estudadas. É importante salientar que mesmo com a vivência do pesquisador e a realização das entrevistas preliminares para a coleta de informações, a compreensão dos processos e procedimentos envolvidos na elaboração dos cronogramas de obra na gerenciadora para a estruturação dos fluxogramas finais, somente foi obtida após a terceira entrevista.

#### 4.2.10 Objetivos alcançados na etapa Sugestão

Não se pretende com este instrumento esgotar a questão, mas as chances de que haja outras práticas não mencionadas, por causa de particularidades, é reduzida. Pode-se citar, por exemplo, a restrição de emissão de ruído após as 18:00, finais de semana e feriados ou a proibição de circulação e estacionamento de caminhões grandes ou carretas em algumas vias no entorno do empreendimento. Estas questões podem impactar no fluxo de execução das atividades da obra e nos prazos, desta forma devem ser verificadas antes da elaboração dos cronogramas.

Nesta etapa foi proposto um mapeamento para identificar e sintetizar todos os procedimentos e critérios identificados na gerenciadora durante a elaboração dos cronogramas de obra.

Resultados alcançados nesta etapa: (i) a definição da forma de organizar e demonstrar as informações referente aos procedimentos e critérios utilizados durante a elaboração de cronograma realizado na gerenciadora; (ii) o desenvolvimento do artefato para orientar a elaboração dos cronogramas de obra de forma objetiva e simplificada; (iii) a definição das medidas de desempenho para avaliar o artefato.

Não foi possível nesta etapa avançar sobre a elaboração de um artefato/ferramenta que possa ser utilizado no campo de aplicação para testarmos os processos aqui abordados ou utilizarmos como base para a consolidação destes conhecimentos dentro da gerenciadora, visto que os fluxogramas não demonstram os intervenientes nos processos desenhados no Excel®.

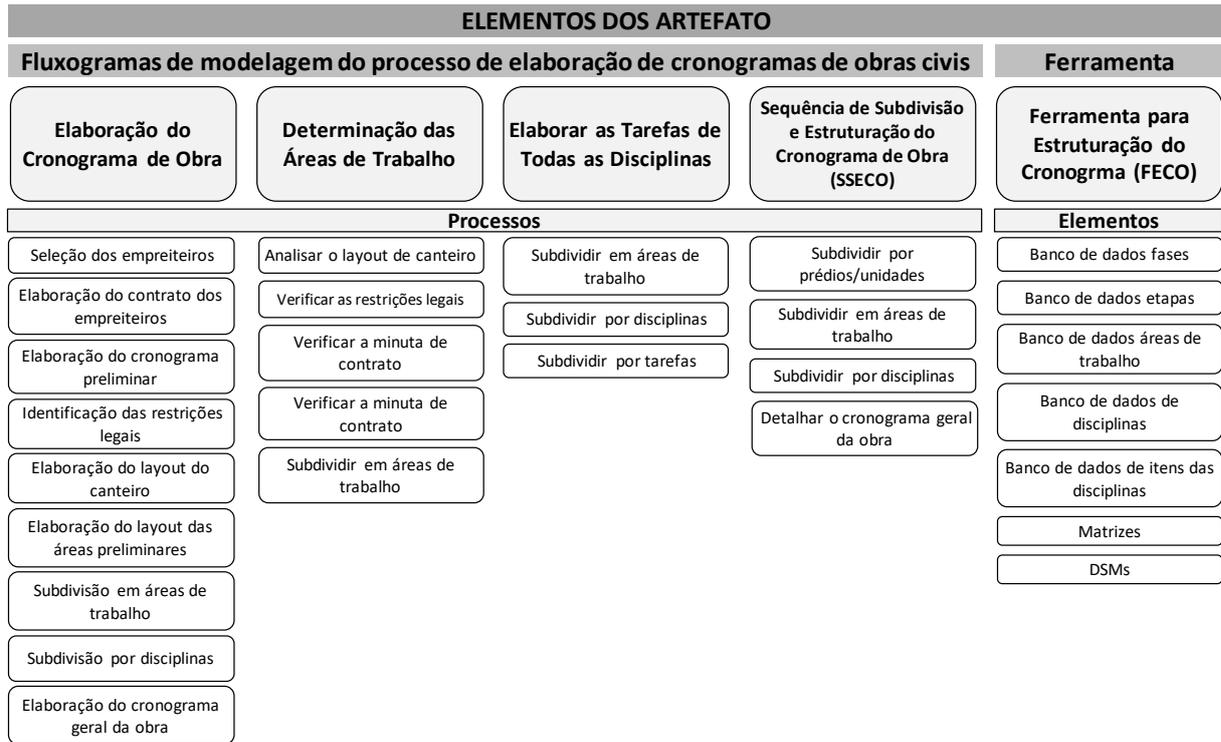
### 4.3 DESENVOLVIMENTO

O artefato foi desenvolvido para possibilitar o agrupamento dos processos executados pela gerenciadora durante a elaboração do cronograma de obra de forma organizada e possibilitar a identificação das relações de dependência entre as atividades realizadas. Além disso foi desenvolvido para possibilitar a identificação dos fatores que podem impactar o andamento da obra e a identificação dos procedimentos utilizados para subdividir o projeto em áreas menores para elaboração do cronograma de obra.

#### 4.3.1 Elementos do Artefato

O artefato é composto por 3 fluxogramas com todos os processos desenvolvidos pela gerenciadora durante a elaboração dos cronogramas de obra, um fluxograma resumido e uma ferramenta, figura 4-8. O fluxograma resumido foi desenvolvido para condensar os processos relacionados diretamente com a subdivisão do projeto em áreas menores e foi utilizado como base para a elaboração da ferramenta.

Figura 4-8 – Elementos do artefato



Fonte: O autor.

O artefato foi concebido para ser utilizada no campo de aplicação para facilitar e padronizar o processo de elaboração dos cronogramas de obra. Seis etapas foram necessárias para se chegar à primeira versão do artefato.

#### 4.3.2 Detalhamento dos Processos

O detalhamento dos processos informados nos fluxogramas desenhado no Excel® foi realizado durante a elaboração dos fluxogramas realizadas no formato Swim Lanes®, desenhado no software Bizagi®, que utilizaram como base os fluxogramas desenvolvidos no Excel® (Ver [Apêndice A](#) e [Apêndice B](#)), com as informações levantadas nos mapeamentos de processo.

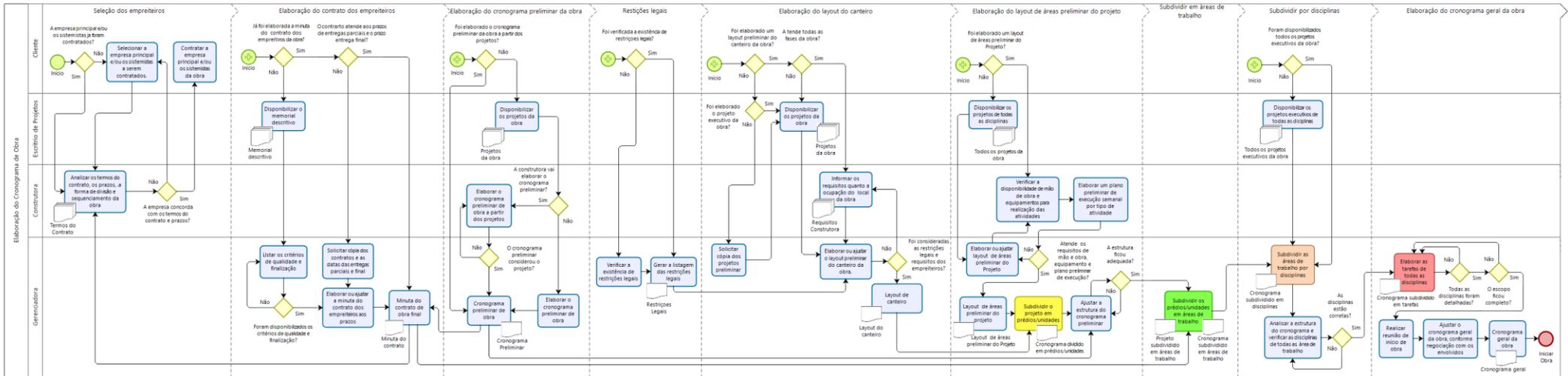
O fluxograma Elaboração do Cronograma de Obra foi desenvolvido para agrupar todos os processos que podem ser considerados durante a elaboração do cronograma de obra. Ele demonstra o processo de elaboração do cronograma para planejamento e controle de obra, dentro da gerenciadora de obra. O objetivo é possibilitar a verificação de todos os procedimentos utilizados para identificar os fatores que podem impactar o andamento da obra e os procedimentos utilizados para subdividir o projeto em áreas menores para elaboração do

cronograma de obra. O processo de elaboração dos cronogramas deve iniciar a após o entendimento dos projetos, dos processos construtivos e das etapas de ocupação, entrega ou comissionamento.

Foram identificados nove subprocessos que podem ser realizados até a finalização do cronograma e início da obra, conforme fluxograma, são eles: (i) seleção dos empreiteiros; (ii) Elaboração do contrato dos empreiteiros, (iii) elaboração do cronograma preliminar, (iv) identificação das restrições legais, (v) elaboração do layout do canteiro, (vi) elaboração do layout das áreas preliminares, (vii) subdivisão em áreas de trabalho, (viii) subdivisão por disciplinas e (ix) elaboração do cronograma geral da obra (colunas da Figura 4-9).

O número de subprocessos envolvidos depende da característica da obra e da disponibilidade de informações e tempo, entre o início do desenvolvimento do cronograma e o início da obra. Conforme pode ser observado nos fluxogramas, vários procedimentos necessitam das informações de outros processos para serem finalizados, desta forma observou-se uma grande dependência entre os mesmos e a necessidade da coordenação do gerente de planejamento para a realização das atividades. Nenhum projeto usado como evidência neste estudo contemplou integralmente e ao mesmo tempo todos os procedimentos identificados.

Figura 4-9 - Fluxograma elaboração do cronograma de obra



Fonte: o autor, 2021

O processo de desenvolvimento do cronograma geral deverá iniciar preferencialmente com a visita ao local da obra. Durante a visita deverá ser verificado o entorno, as vias as redes de energia elétrica, as tubulações de água pluvial e esgoto, a posição dos postes, as restrições quanto estacionamento, carga e descarga, os possíveis locais para estacionamento de veículos e a largura da via para manobra e entrada de caminhões grandes, entre outras questões. Havendo a possibilidade é importante visitar obras já finalizadas que possuam características parecidas, pois possibilitará uma melhor compreensão do que será edificado. Os cronogramas de obra são elaborados preferencialmente a partir dos projetos executivos como: terraplanagem, civil, estrutural, elétrica, hidráulico, incêndio, entre outros, os quais são fornecidos pelo escritório de arquitetura responsável pelo projeto.

Com o entendimento do que será executado, deverá ser realizada uma análise mais aprofundada dos projetos e a elaboração de um layout do canteiro de obra e um layout de áreas preliminar do projeto. A partir destas informações é possível iniciar a divisão do mesmo em grupos maiores conforme as entregas parciais já informadas pelo cliente. Em seguida os grupos devem ser divididos em unidades menores como prédios, pavimentos, casas, outros.

Finalizada esta etapa inicial de subdivisão do projeto em unidades menores, é necessário verificar a solução a serem utilizadas para execução das fundações, estrutura, cobertura e fechamento, bem como seu sequenciamento. A partir destas informações deverá ser feita uma análise da divisão da obra para verificar a necessidade ajustar as áreas de trabalho ou dividir o projeto em unidades ainda menores dos que já realizadas até o momento.

Após a definição da forma de estruturar o cronograma deve ser verificado se o cliente/contratante já elaborou um cronograma preliminar. Caso positivo, o mesmo deve ser ajustado conforme a estrutura determinada para o projeto. Na falta do projeto preliminar, o cronograma deve ser elaborado conforme os critérios já abordados.

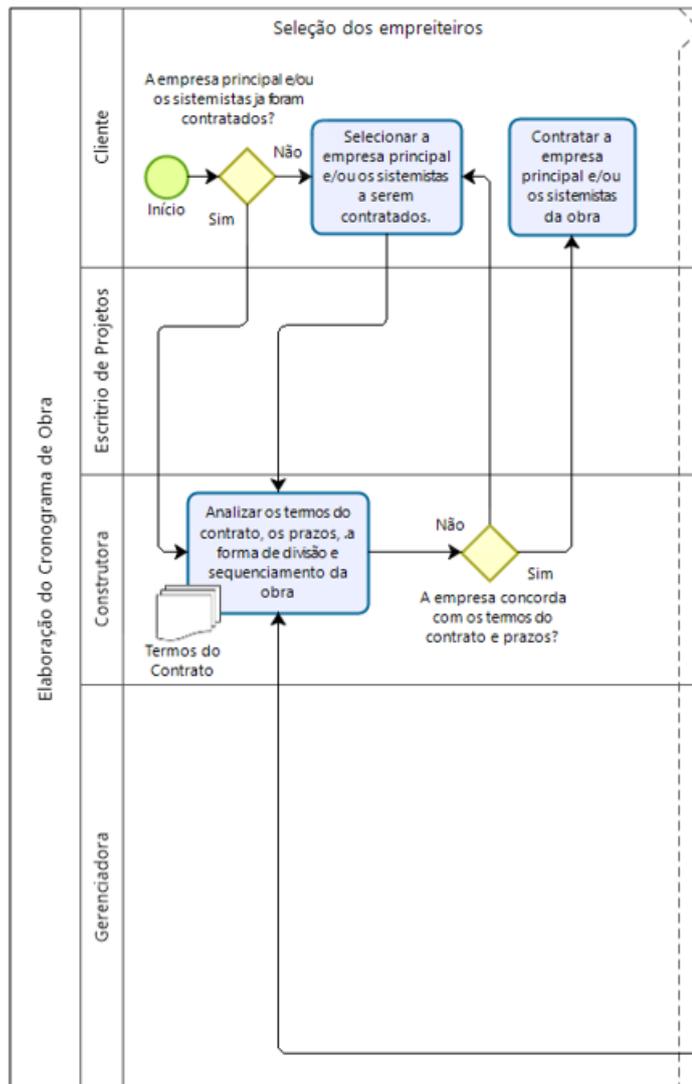
A partir do estágio em cada um desses processos se encontra, a gerenciadora deverá atuar para que o maior número de informações seja obtido antes da contratação dos empreiteiros a fim de que estas sejam anexadas à minuta de contrato a ser assinado junto com as empresas. Com as empresas contratadas e a definição das áreas de trabalho é possível ajustar o cronograma preliminar. A partir deste cronograma e do sequenciamento das atividades no tempo e no espaço as empresas podem dimensionar de forma correta as equipes e equipamentos necessários para a execução de suas atividades dentro do prazo necessário. Ao mesmo tempo a definição das áreas de trabalho com tamanhos equivalentes poderá

possibilitar a coordenação do sequenciamento das atividades com o objetivo de elaborar uma linha de balanço para otimizar a execução da obra.

a) Seleção dos empreiteiros:

Verificar se o empreiteiro principal e/ou demais empresas envolvidas no projeto já foram contratadas. Caso negativo, a contratação das empresas deverá ocorrer apenas após a elaboração do cronograma preliminar e dos ajustes no contrato. Caso a contratação já tenha ocorrido ou mesmo no processo de contratação é necessário analisar as cláusulas do contrato para verificar se foram incluídos os prazos, a forma de divisão do projeto em áreas menores e o sequenciamento básico de execução, figura 4-10.

Figura 4-10 - Subprocesso seleção dos empreiteiros



Fonte: O autor, 2020.

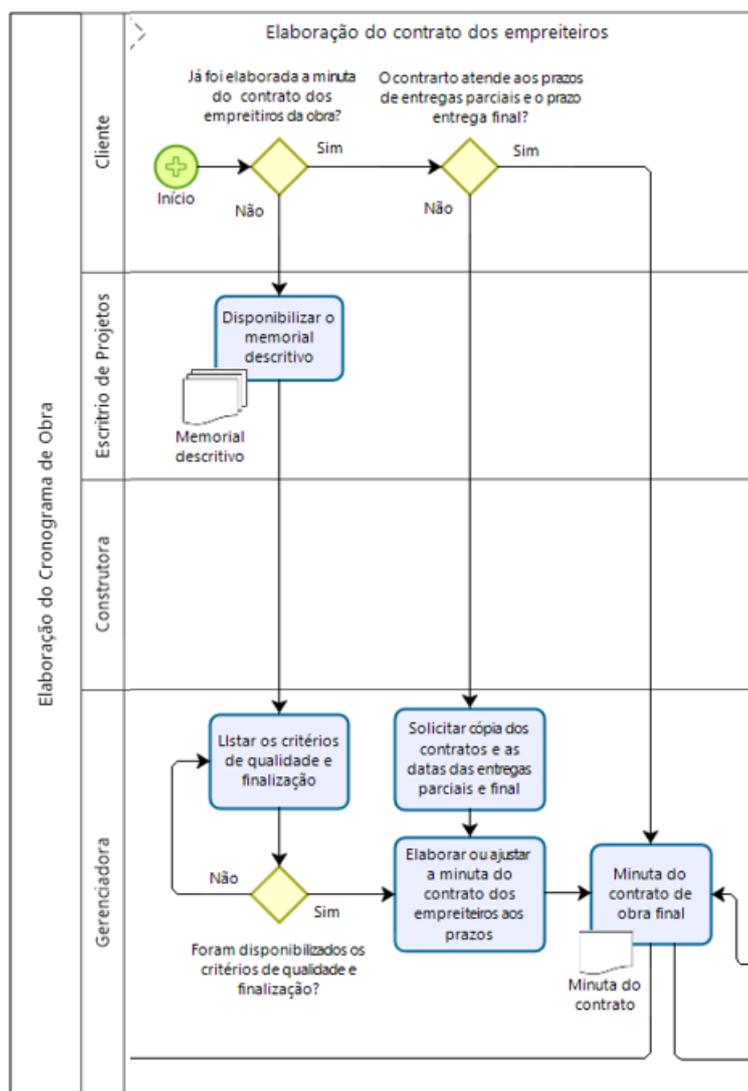
O objetivo é verificar e buscar incluir os prazos, a forma de divisão do projeto em áreas menores e o sequenciamento básico de execução nos contratos dos empreiteiros. A análise dos empreiteiros em relação a disponibilidade de mão de obra, matéria prima, máquinas e equipamentos de necessário para atendimento do planejamento poderá indicar a necessidade de ajustes na forma de divisão do projeto em áreas menores.

b) Elaboração do contrato dos empreiteiros:

Verificar se já foi elaborada a minuta do contrato dos empreiteiros da obra. Caso positivo, verificar se constam os prazos para as entregas parciais e a entrega final de obra.

Caso negativo incluir na minuta os prazos para as entregas parciais e a entrega final. Se o cronograma preliminar de obra já tiver sido elaborado, o mesmo dever ser anexado a minuta do contrato a ser analisada pelos empreiteiros, figura 4-11.

Figura 4-11 - Subprocesso elaboração do contrato dos empreiteiros



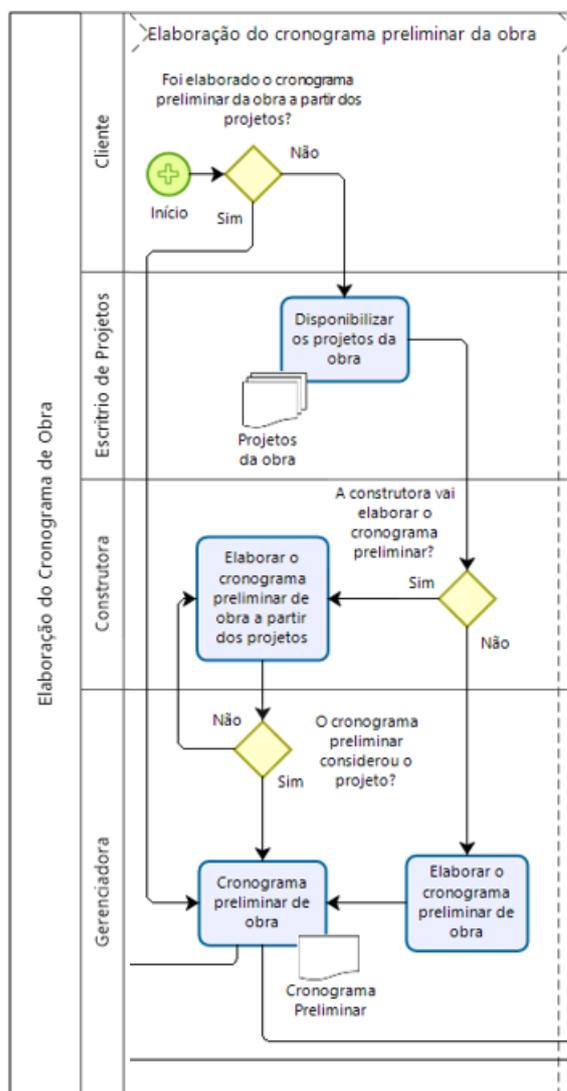
Fonte: O autor, 2020.

O objetivo é verificar e buscar incluir o maior número de informações em relação aos objetivos do projeto em relação a forma de atuação, prazos e qualidade para subsidiar a negociação durante a contratação dos empreiteiros.

c) Elaboração do cronograma preliminar da obra

Verificar se já foi elaborado um cronograma preliminar que contenha a divisão da obra em fases ou etapas com os prazos para as entregas parciais e a data final da obra. Caso negativo, solicitar ao escritório de projeto uma cópia dos projetos executivos. Elaborar o cronograma preliminar de obra a partir da divisão do projeto em fases ou etapas considerando os prazos para as entregas parciais e a data final da obra, figura 4-12.

Figura 4-12 - Subprocesso elaboração do cronograma preliminar da obra



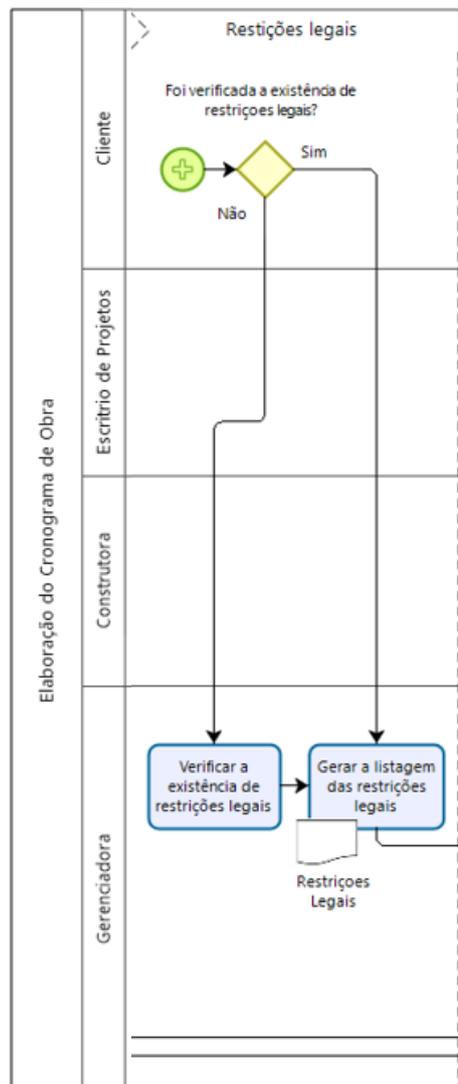
Fonte: O autor, 2020.

O objetivo é verificar se as primeiras percepções em relação ao sequenciamento da obra e a forma de dividir o projeto em unidades menores atende aos prazos das entregas, validando ou não uma abordagem inicial.

d) Processo Restrições Legais

Verificar junto aos órgãos públicos a existência de restrições legais como: horário de barulho, movimentação de cargas nas vias próximas, existência e áreas de proteção permanente. Gerar a listagem das restrições identificadas, figura 4-13.

Figura 4-13 - Subprocesso restrições legais



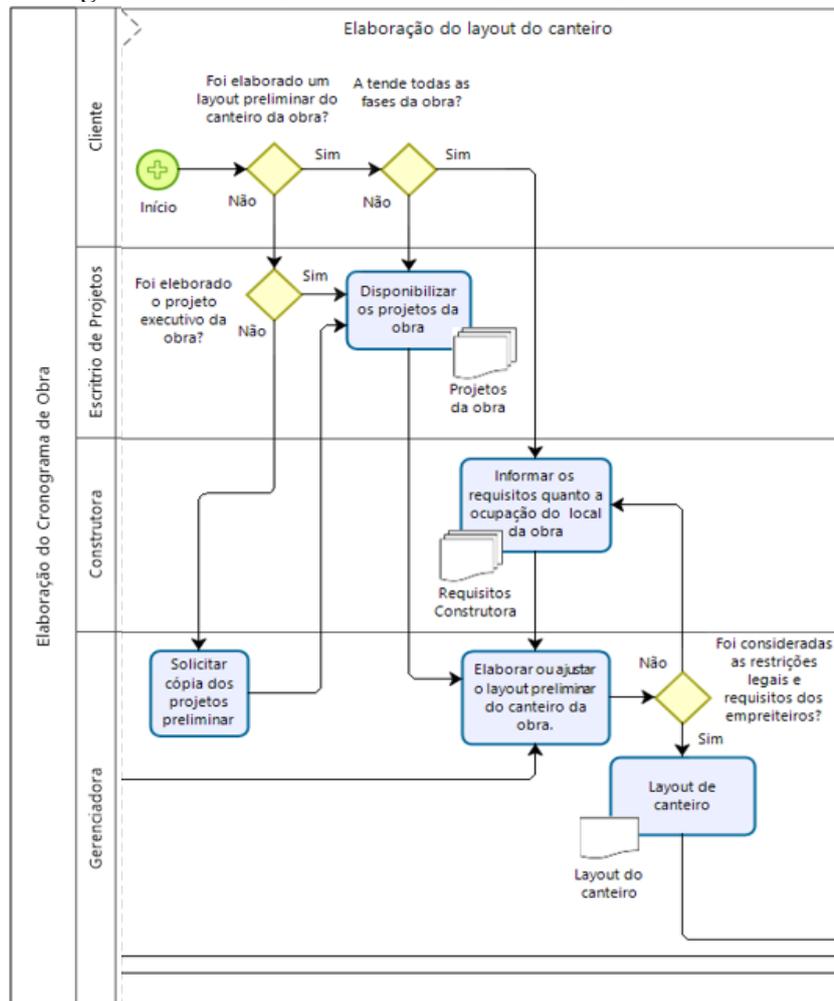
Fonte: O autor, 2020.

O objetivo é verificar se haverá necessidade de restringir a forma de ocupação do terreno ou horário de trabalho que possa gerar a necessidade de alterar a forma de trabalhar ou dividir o projeto em áreas menores.

e) Elaboração do layout do canteiro

Verificar se foi elaborado o layout preliminar do canteiro de obra que contemple todas as fases de construção. Confirmar se o mesmo atende aos requisitos básicos de ocupação do layout do canteiro informados pelos empreiteiros. Caso ainda não tenha sido elaborado, solicitar ao escritório de projetos uma cópia dos projetos disponíveis e gerar o layout em função dos requisitos básicos de ocupação do layout do canteiro informados pelos empreiteiros, figura 4-14.

Figura 4-14 - Subprocesso elaboração do layout do canteiro



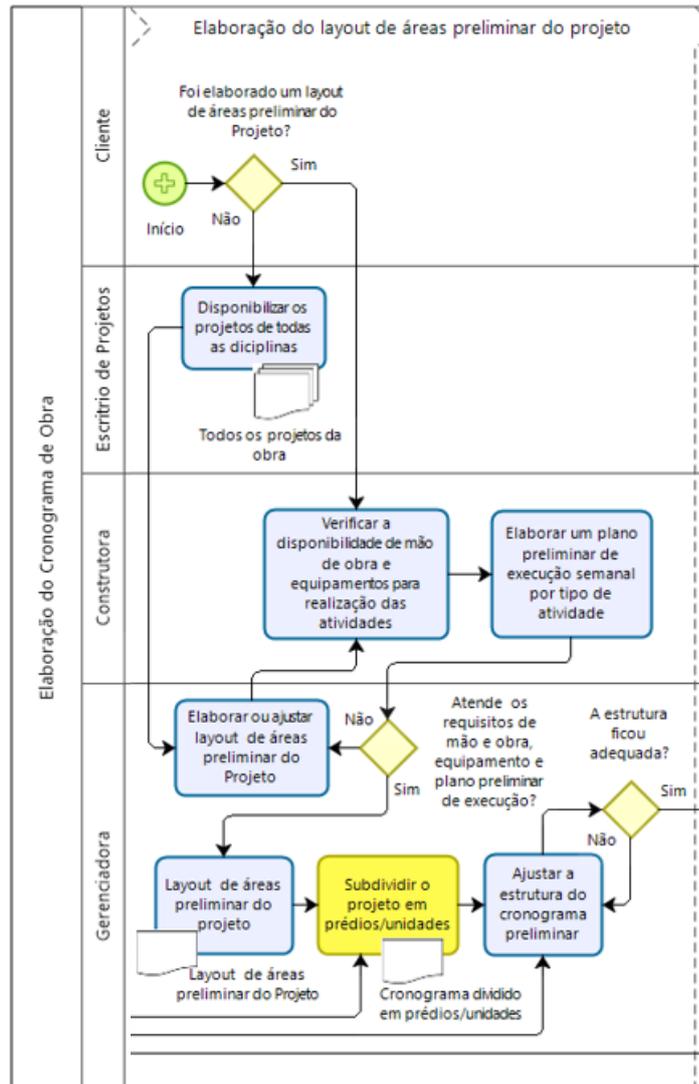
Fonte: O autor, 2020.

O objetivo é verificar os requisitos dos empreiteiros quanto a necessidade de espaços para as instalações provisórias e áreas para descarga e montagem de peças e componentes da obra durante a execução do projeto. Em função do que for colocado pelos empreiteiros poderá haver a necessidade de rever o planejamento da obra e a forma de dividir o projeto em áreas menores para controle.

f) Elaboração do layout de áreas preliminar do projeto

Verificar se foi elaborado o layout preliminar das áreas que contemple todo o projeto. Caso negativo, solicitar ao escritório de projeto uma cópia dos projetos. Verificar as empresas que já foram contratadas ou estão participando do processo de cotação da obra e solicitar os requisitos básicos de espaço e tamanho de lote para a execução das atividades. Elaborar um plano preliminar de execução semanal por tipo de atividade, procurando identificar os locais onde cada atividade será executada semanalmente e seu sequenciamento básico a fim de ajustar o layout preliminar de áreas da obra. Nesta ocasião deverá ser confirmada a disponibilidade de mão de obra e equipamentos. Subdividir o projeto em prédios/unidades, figura 4-15.

Figura 4-15 - Subprocesso elaboração do layout de áreas preliminar do projeto



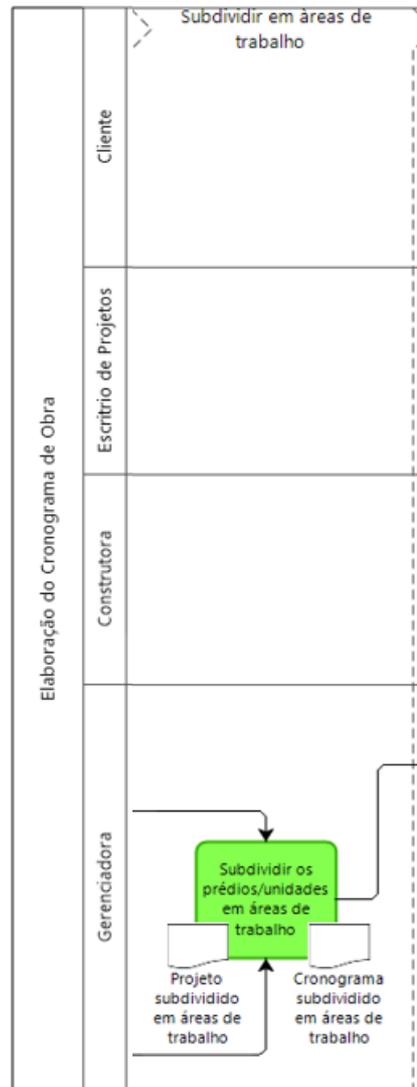
Fonte: O autor, 2020.

O objetivo é verificar e buscar incluir a maior quantidade de informações disponíveis para subsidiar uma divisão prévia do layout do projeto em prédios ou unidades.

g) Processo Subdividir em áreas de trabalho

O processo de subdividir os prédios/unidades em áreas de trabalho é uma atividade complexa, onde vários critérios devem ser atendidos para a definição das mesmas. Os procedimentos e critérios estão detalhados no fluxograma Subdividir o Cronograma em Áreas de Trabalho, figura 4-16.

Figura 4-16 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho

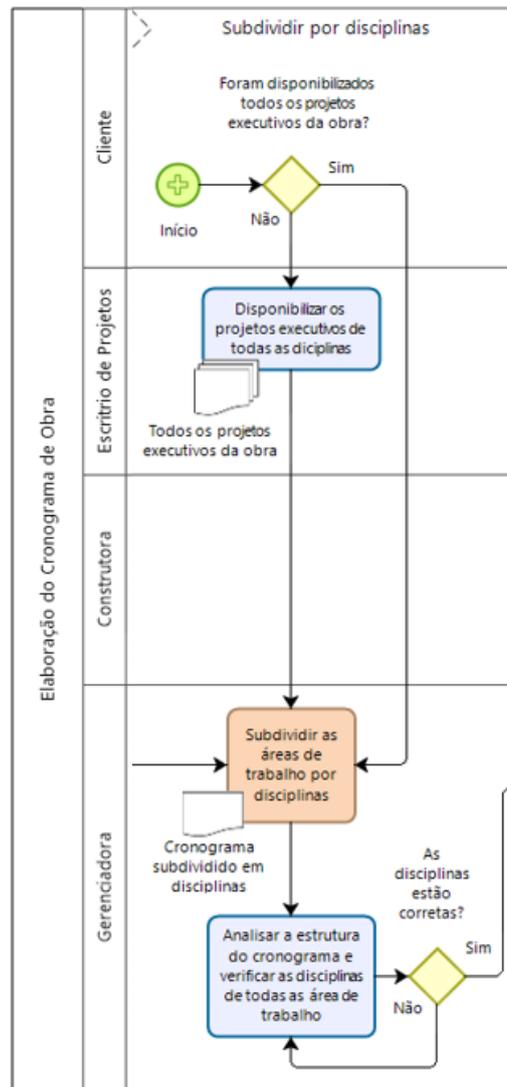


Fonte: O autor, 2020

h) Processo subdividir por disciplinas.

Com a definição das áreas de trabalho finalizada é necessário fazer a subdivisão das mesmas conforme as disciplinas a serem executadas nestes locais. Os procedimentos e critérios estão detalhados no fluxograma subdividir o Cronograma Preliminar por Tarefas, figura 4-17.

Figura 4-17 - Subprocesso subdividir por disciplinas

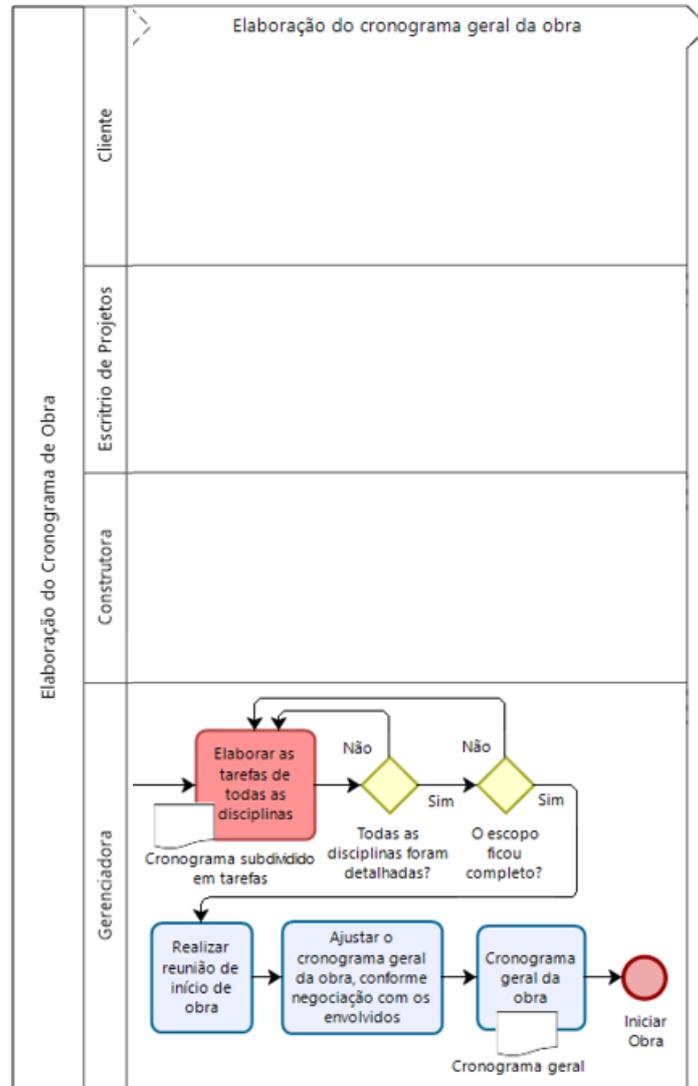


Fonte: O autor, 2020.

i) Elaboração do cronograma geral da obra

Com a identificação de todas as disciplinas a serem executadas em cada área de trabalho finalizada é necessário fazer o detalhamento do cronograma com a definição das atividades a serem executadas em cada disciplina. Nesta etapa serão elaboradas todas as tarefas a serem incluídas no cronograma de obra. A quantidade de tarefas dependerá do grau de granularidade definida para o projeto a ser edificado. Os procedimentos e critérios estão detalhados no fluxograma Subdividir o Cronograma Preliminar por Tarefas, figura 4-18.

Figura 4-18 - Subprocesso elaboração do cronograma geral da obra



Fonte: O autor, 2020

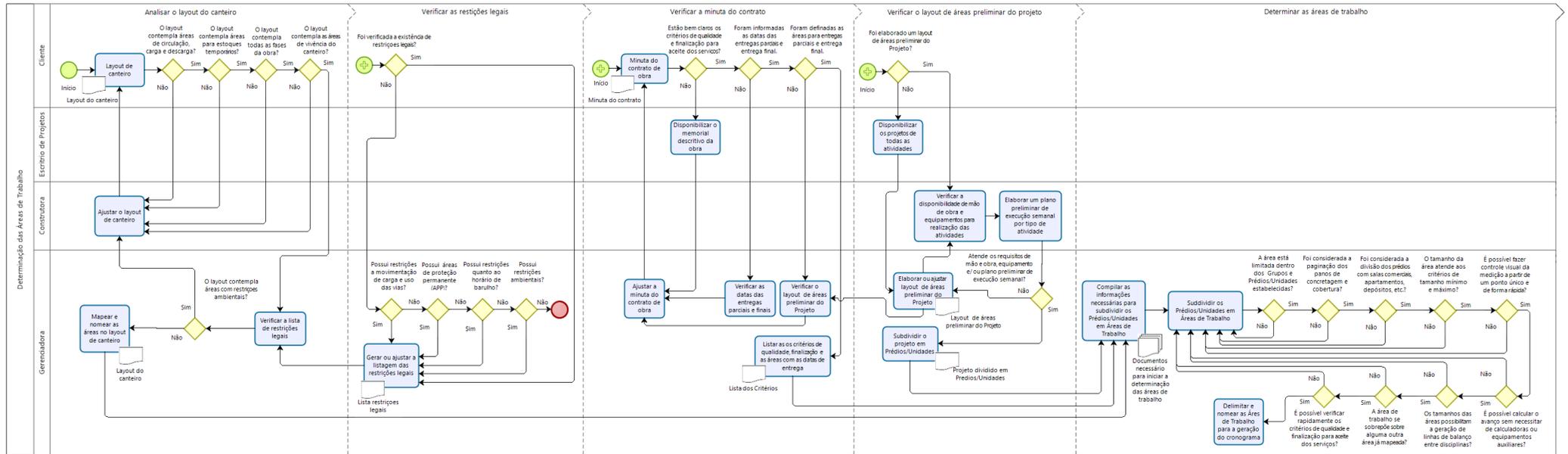
**Fluxograma Determinação das Áreas de Trabalho:** ele demonstra o subprocesso de determinação das áreas de trabalho. Ele foi desenvolvido para agrupar todos os processos que podem ser considerados durante a determinação das áreas de trabalho. O objetivo é possibilitar a verificação de todos os procedimentos e critérios envolvidos na determinação das áreas de trabalho. O processo de determinação das áreas de trabalho deve iniciar após a definição dos prédios/unidades, procedimento salientado em amarelo no Bizagi®, conforme figura 3-1. Este processo envolve a análise do layout de canteiro, verificação das restrições legais do local a obra, verificação da minuta do contrato e verificação do layout preliminar

das áreas do projeto. Além da definição das soluções a serem utilizadas na execução das fundações, estrutura e cobertura, em função da paginação e forma e sequência de execução.

A divisão do projeto em unidades menores deve atender os requisitos dos gerentes de contrato e dos clientes e possibilitar a geração dos relatórios com informações sobre o avanço das e controle das datas de entrega dos ambientes e das disciplinas.

Foram identificados cinco subprocessos básicos envolvidos na determinação das áreas de trabalho, conforme fluxograma, figura 4-10, que são: (i) analisar o layout de canteiro; (ii) verificar as restrições legais; (iii) verificar a minuta de contrato; (iv) verificar o layout preliminar de áreas do projeto e (v) subdividir em áreas de trabalho.

Figura 4-19 - Fluxograma determinação das áreas de trabalho

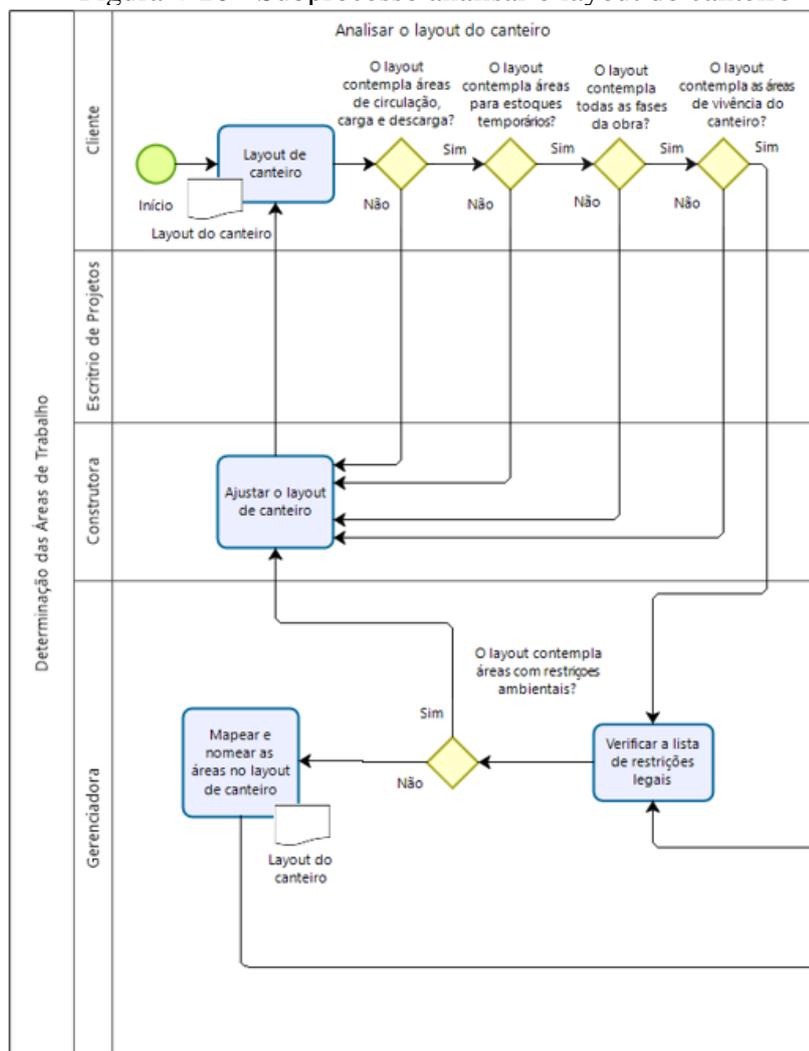


Fonte: o autor, 2021

a) Analisar o layout do canteiro:

Uma análise do layout do canteiro deve ser realizada para confirmar que o mesmo contempla todas as fases de execução da obra. Além disso, é necessário verificar se foram considerados os espaços necessários para as áreas de vivência, circulação, carga e descarga de matérias, circulações de pessoas e veículos e locais para estoques temporários. Caso negativo deve ser solicitado à revisão do layout do canteiro, figura 4-20.

Figura 4-20 - Subprocesso analisar o layout do canteiro

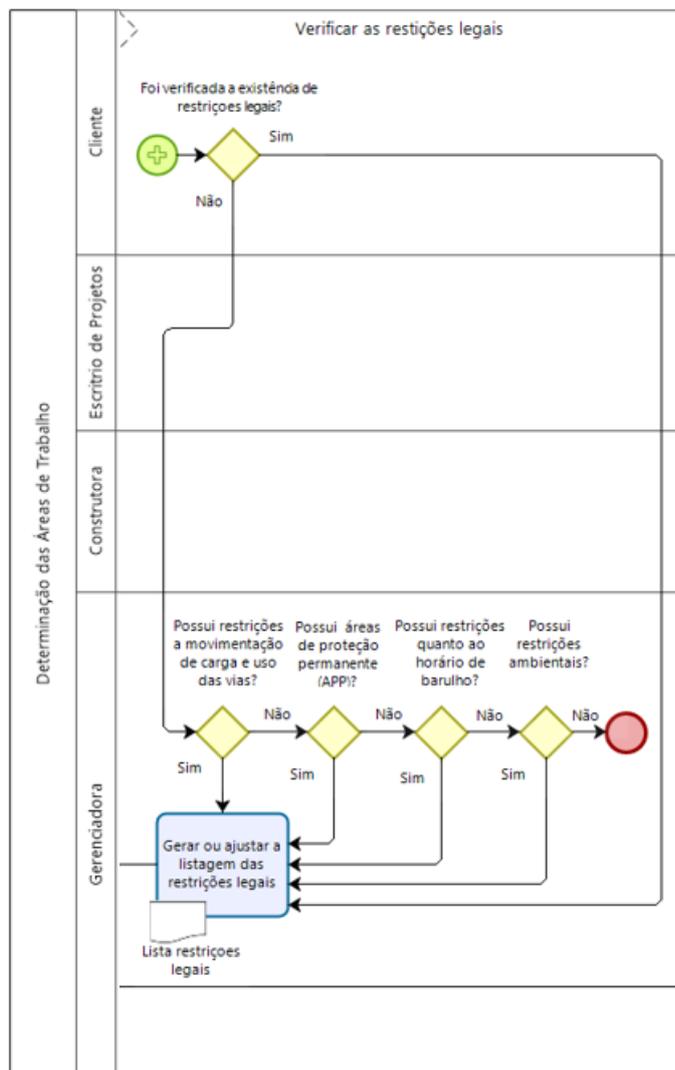


Fonte: O autor, 2020.

b) Verificar as restrições legais:

Verificar junto aos órgãos públicos a existência de restrições legais quanto aos acessos e movimentação de caminhões no entorno ou acesso à obra. Restrições ambientais quanto ao uso do terreno, descarte de resíduos e a existência de alguma área de proteção permanente. Havendo uma APP (área de proteção permanente) sobre o terreno é necessário verificar as restrições em relação ao acesso de pessoas e veículos. Também é importante identificar restrições legais quanto ao horário de silêncio entre outros. Após a verificação das restrições, deve ser elaborada uma lista das mesmas, figura 4-21.

Figura 4-21- Subprocesso verificar as restrições legais

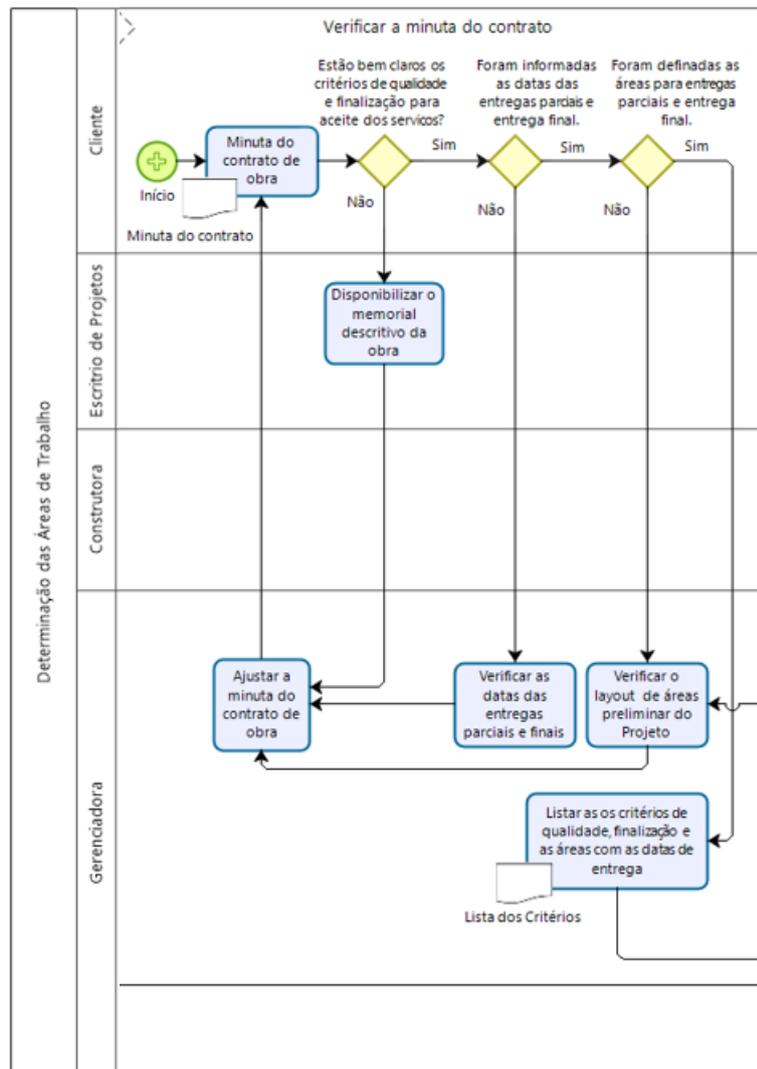


Fonte: O autor, 2020.

c) Verificar minuta do contrato:

Solicitar ao cliente a minuta do contrato dos empreiteiros da obra. Verificar se os critérios de qualidade e finalização estão bem discriminados e se o projeto foi dividido em áreas menores com a definição dos prazos para as entregas parciais e a entrega final de obra, conforme layout de áreas preliminar do projeto, figura 4-22.

Figura 4-22 - Subprocesso verificar minuta do contrato



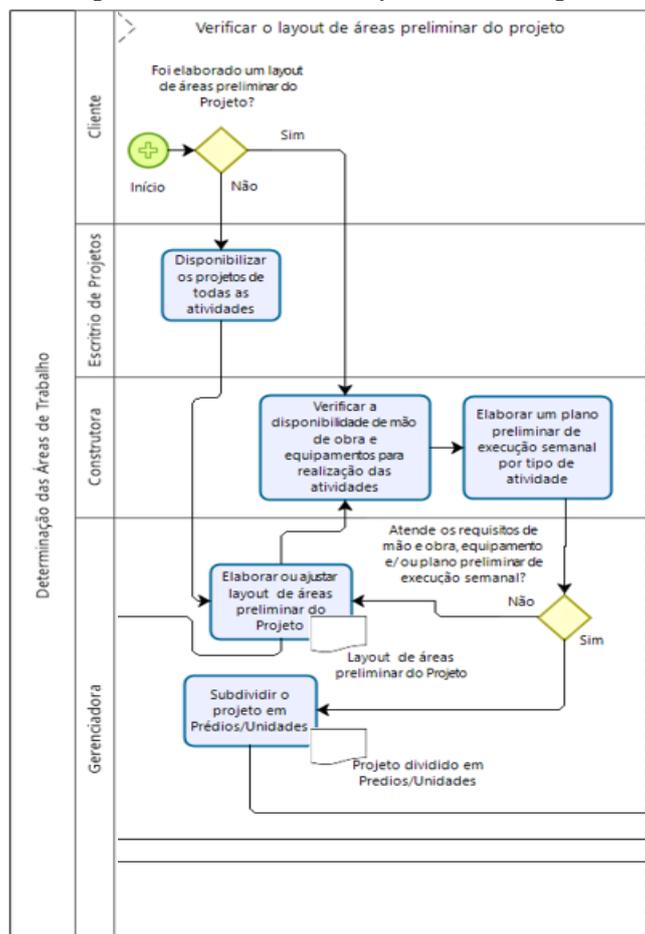
Fonte: O autor, 2020.

d) Verificar o layout de áreas preliminar do projeto:

Verificar se foi elaborado o layout preliminar das áreas que contemple todo o projeto. Caso negativo e necessário elaborar o layout preliminar de áreas. Verificar com o cliente as empresas que já foram contratadas ou estão participando do processo de cotação da obra para verificar os requisitos básicos de espaço e tamanho de lote para a execução das atividades. Deverá ser elaborado também um plano geral de execução da obra, o qual deverá considerar as etapas ou entregas parciais. Nesta ocasião deverá ser verificada a disponibilidade de mão de obra e equipamentos.

Conforme a tipologia do projeto poderá ser elaborado um plano preliminar de execução semanal por tipo de atividade, procurando identificar os locais onde cada atividade será executada semanalmente e seu sequenciamento básico a fim de ajustar o layout preliminar de áreas da obra, figura 4-23.

Figura 4-23 - Subprocesso verificar o layout de áreas preliminar do projeto



Fonte: O autor, 2020.

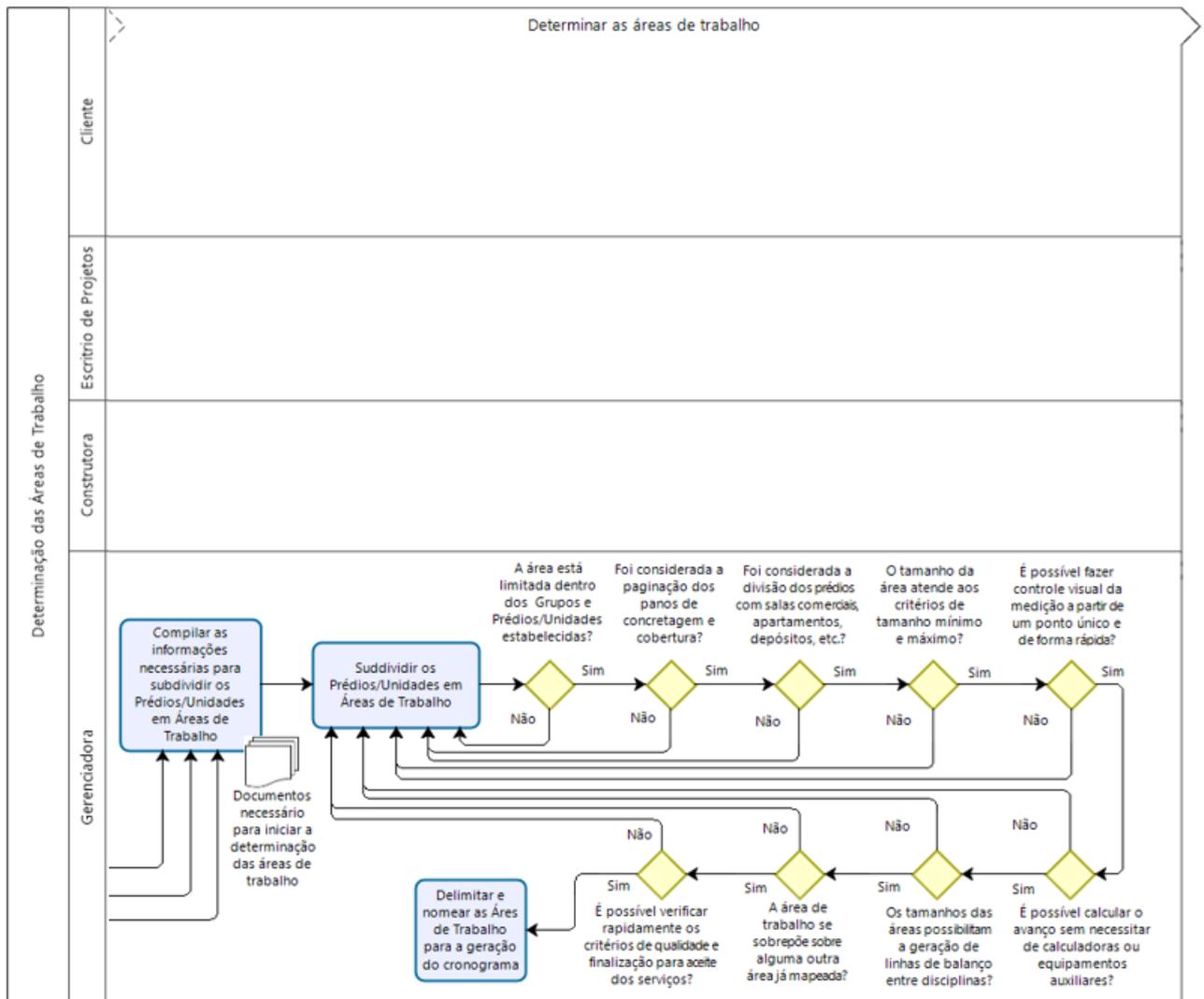
e) Subdividir em áreas de trabalho:

O processo inicia após a compilação das informações necessárias e a definição do tamanho mínimo e máximo conforme o projeto. Para a determinação das áreas de trabalho é necessário que uma lista de critérios seja atendida simultaneamente:

- (i) A área está limitada dentro dos Grupos e Prédios/Unidades estabelecidas?
- (ii) Foi considerada a paginação dos panos de concretagem e cobertura?
- (iii) Foi considerada a divisão dos prédios com salas comerciais, apartamentos, depósitos, etc.?
- (iv) O tamanho da área atende aos critérios de tamanho mínimo e máximo estipulados para o projeto?
- (v) É possível fazer controle visual da medição a partir de um ponto único e de forma rápida?
- (vi) É possível calcular o avanço sem necessitar de calculadoras ou equipamentos auxiliares?
- (vii) Os tamanhos das áreas possibilitam a geração de linhas de balanço entre disciplinas?
- (viii) A área de trabalho se sobrepõe sobre alguma outra área já mapeada?
- (ix) É possível verificar rapidamente os critérios de qualidade e finalização para aceite dos serviços?

Caso todos os critérios sejam atendidos, o local em análise passa a ser considerada uma área de trabalho. Em algumas situações específicas alguns dos critérios poderão ser aceitos de forma parcial. A determinação das áreas de trabalho de todos os ambientes permite a definição da estrutura mínima a ser considerada para a elaboração das tarefas de todas as atividades. Uma das entregas desta etapa é o projeto arquitetônico dividido por áreas de trabalho, figura 4-24.

Figura 4-24 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho

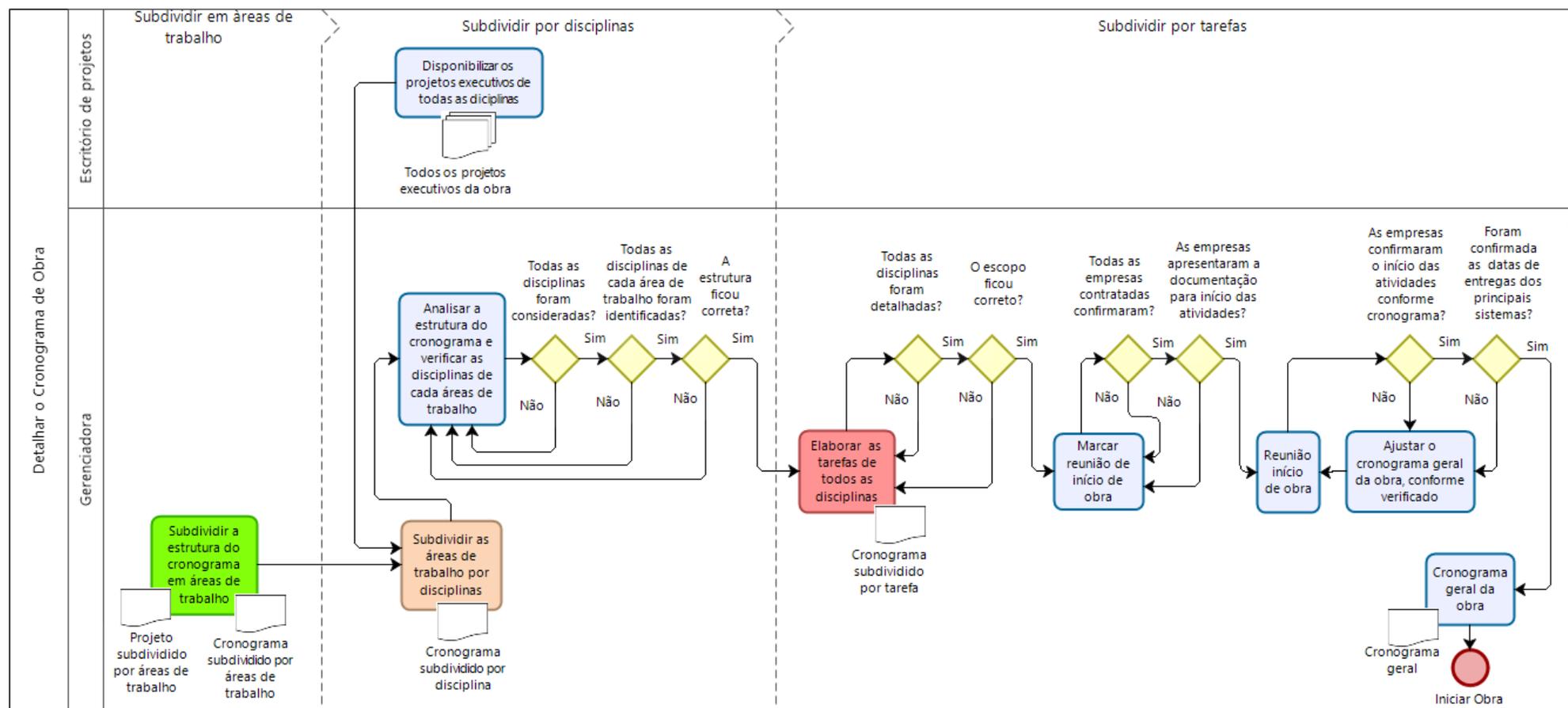


Fonte: O autor, 2020.

**Fluxograma Elaborar as Tarefas de Todas as Disciplinas:** ele foi desenvolvido para agrupar todos os processos que podem ser considerados durante o detalhamento do cronograma. Este é o último subprocesso a ser executado antes da finalização do cronograma. Ele foi desenvolvido para demonstrar o processo de detalhamento das atividades que deve iniciar após a identificação dos elementos e serviços que devem ser executados dentro de cada área de trabalho para cada disciplina. Para a realização desta atividade é necessário que se faça uma análise detalhada de todos os projetos executivos (Figura 4-11).

Foram identificados três subprocessos básicos envolvidos no detalhamento das atividades: (i) subdividir em áreas de trabalho; (ii) subdividir por disciplinas; (iii) subdividir por tarefas.

Figura 4-25 - Fluxograma elaborar as tarefas de todas as disciplinas

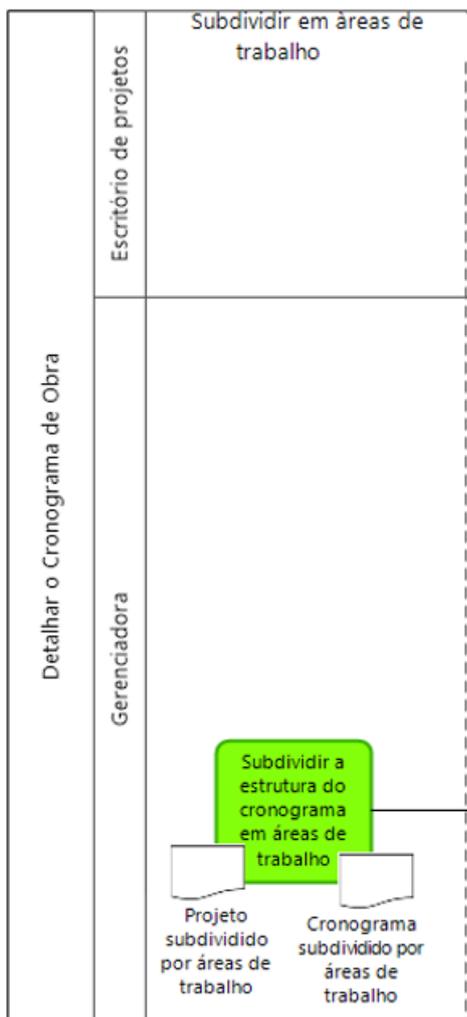


Fonte: o autor, 2021

a) Subdividir em áreas de trabalho

O processo de subdividir os prédios/unidades em áreas de trabalho deve ser executado antes do início do processo de subdividir as áreas de trabalho por disciplinas, figura 1.

Figura 4-26 - Subprocesso determinar as áreas de trabalho

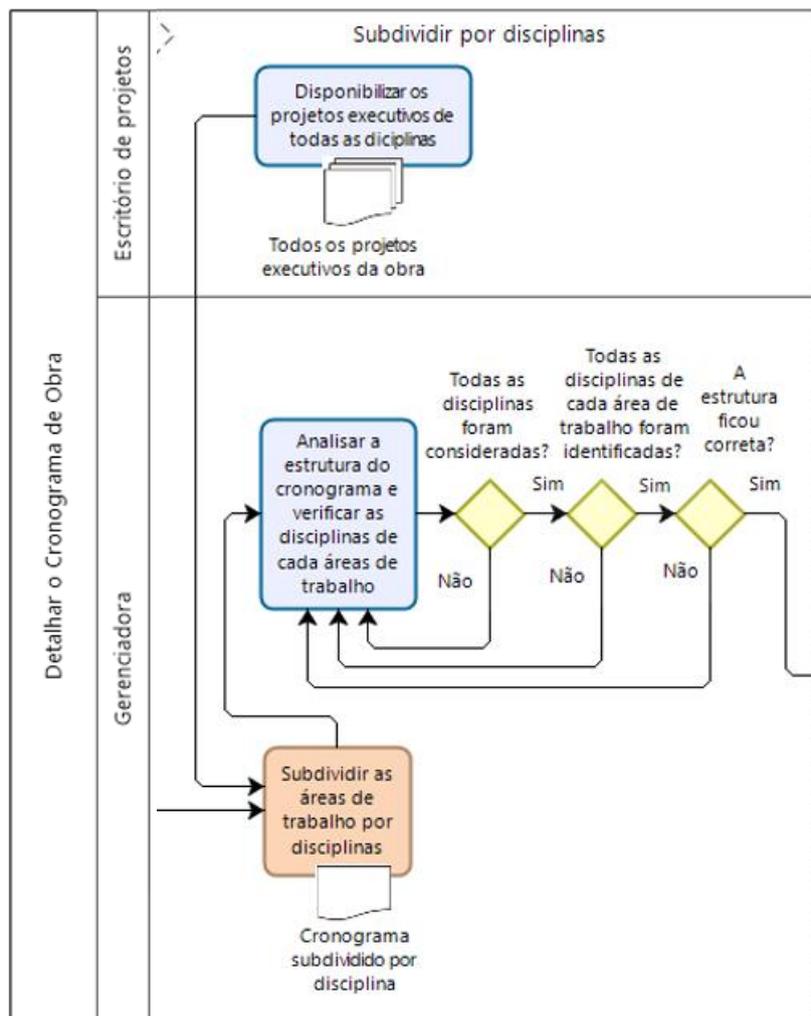


Fonte: O autor, 2020.

b) Subdividir por disciplinas

O processo de subdividir as áreas de trabalho por disciplinas ocorre a partir da análise dos projetos executivos de todas as disciplinas para identificar quais deverão ser executadas dentro de cada área de trabalho, figura 2.

Figura 4-27 - Subprocesso subdividir por disciplinas

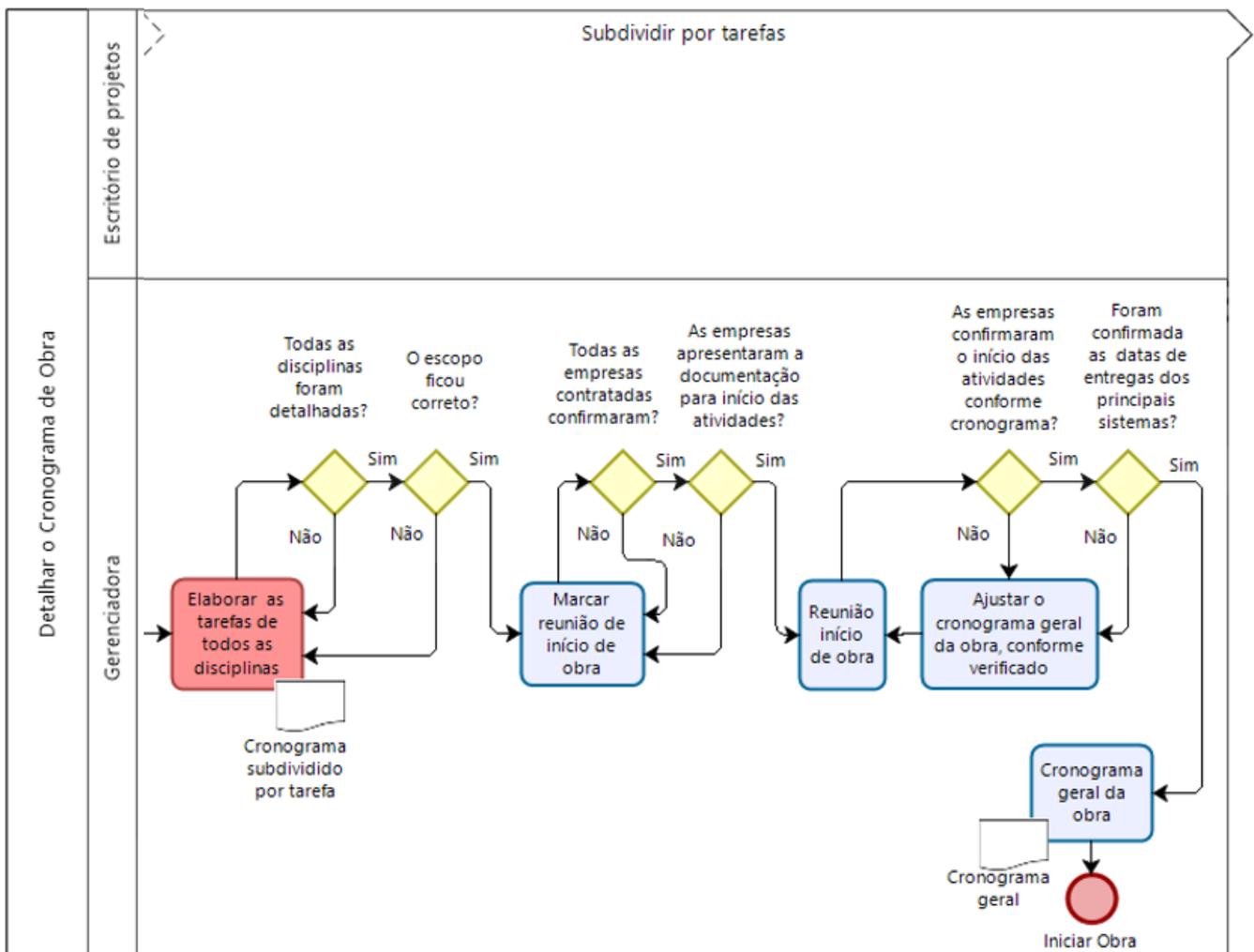


Fonte: O autor, 2020.

c) Subdividir por tarefas:

Para subdividir as disciplinas em tarefas é necessário identificar os elementos e serviços que devem ser executados dentro de cada área de trabalho para cada disciplina. Este processo ocorre com a análise detalhada de todos os projetos executivos. Após a elaboração das tarefas do cronograma as datas de início das atividades de cada empreiteiro e as datas de entrega dos principais elementos construtivos devem ser confirmadas na reunião de início de obra. Havendo a necessidade de ajustes nas datas devido a alguma eventualidade, o cronograma deverá ser ajustado, figura 6.

Figura 4-28 - Subprocesso subdividir por tarefas

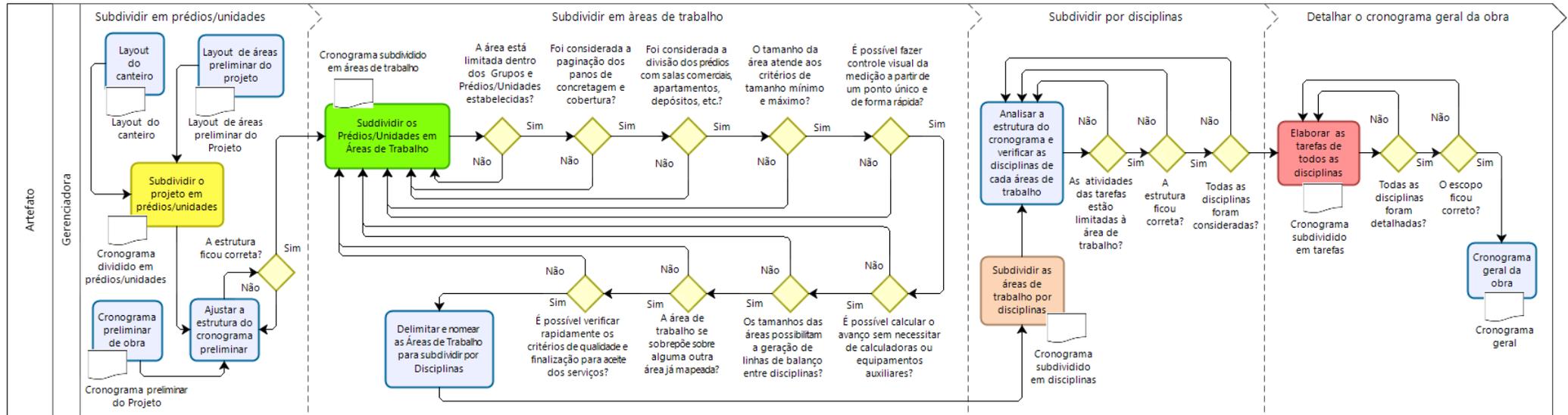


Fonte: o autor, 2020

**Fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra (SSECO):** ele foi desenvolvido para agrupar todos os processos que podem ser considerados durante a subdivisão do projeto em áreas menores. Ele demonstra os subprocessos envolvidos diretamente na subdivisão do projeto até a elaboração das tarefas, figura 4-12. Foram identificados quatro subprocessos básicos envolvidos na subdivisão e estruturação dos cronogramas: (i) subdividir por prédios/unidades; (ii) subdividir em áreas de trabalho; (iii) subdividir por disciplinas; (iv) detalhar o cronograma geral da obra. A intenção é apresentar de forma resumida os principais procedimentos e critérios, já demonstrados nos demais fluxogramas, para orientar de forma objetiva a realização da atividade de subdivisão do projeto.

O processo de subdivisão da área total do projeto deve iniciar após elaboração do layout de canteiro, layout de áreas preliminares do projeto e o cronograma preliminar da obra. A área total do projeto deve inicialmente ser dividido em grupos menores como prédios ou unidades, a quantidade de níveis dependerá do tamanho do projeto, a gerenciadora procura utilizar até quatro níveis. Estes prédios ou unidades deverão ser subdivididos em áreas de trabalho, as quais deverão ser subdivididas pelas disciplinas que deverão ser executadas nestes locais. Por fim, as disciplinas de cada área de trabalho deverão ser detalhadas em seus elementos e serviços para a elaboração das tarefas.

Figura 4-29 - Fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra (SSECO)



Fonte: o autor, 2020

### 4.3.3 Definição das necessidades e dos requisitos

A definição das necessidades e dos requisitos foi realizada a partir da análise das informações que constam no Quadro 4-1, Necessidades e requisitos, demonstrada na etapa Conscientização. Este quadro desenvolvido a partir da análise dos relatórios e cronogramas utilizados pela gerenciadora, bem como das informações coletadas na entrevista preliminar. A versão final do quadro 4-1 foi obtida após a análise realizada pelos gerentes de contrato mais experientes da gerenciadora. Estas informações foram utilizadas como base para a elaboração e detalhamento dos requisitos necessários para atender as necessidades dos gestores da gerenciadora e dos clientes, Quadro 4-6.

Quadro 4-6 - Requisitos dos stakeholders – Gestores da gerenciadora e cliente

Stakeholder	Necessidades - Requisitos detalhados
Gestores da Gerenciadora	<p>(i) Verificar Consistência Cronograma - Possibilitar a filtragem das atividades por áreas de trabalho e disciplinas para verificar as relações de dependência e precedência entre as disciplinas dentro de cada área de trabalho, bem como entre as disciplinas em relação as áreas de trabalho. A filtragem deve possibilitar a verificação rápida da consistência do cronograma (gerente de contrato e gerente de planejamento);</p> <p>(ii) Gerar Tabela de dados - Gerar colunas customizadas no MS Project® com a informação correspondente aos níveis N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas para a geração dos indicadores de desempenho por disciplinas e ambientes, conforme as necessidades dos clientes e gerenciadora (gerente de planejamento);</p> <p>(iii) Detalhar Informações - Possibilitar a aplicação de forma rápida de filtros no cronograma para selecionar as tarefas conforme a sua associação em relação aos itens utilizados no N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas para uma análise detalhada entre estes (gerente de contrato);</p> <p>(iv) Verificar Avanço - Permitir agrupar os itens dos níveis hierárquicos para a verificação do avanço nos níveis N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas bem como em relação às tarefas consideradas na medição do avanço geral, coluna customizada Geral (gerente de contrato e gerente de planejamento);</p> <p>(v) Estruturar por Ambientes - Estruturar o cronograma a partir dos níveis N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas de forma a organizar as informações e facilitar a geração de um roteiro para fiscalização e principalmente a medição do avanço físico da obra (gerente de contrato);</p>

	<p>(vi) Condicionar Atividades - Cada atividade deve ser programada para ser executada somente em uma área de trabalho (gerente de contrato e gerente de planejamento);</p> <p>(vii) Conferir Escopo - Possibilitar a filtragem do cronograma por áreas de trabalho e disciplinas para conferência do escopo das atividades contratadas e as atividades a ser executadas em cada Áreas de Trabalho conforme os projetos executivos (gerente de contrato);</p> <p>(viii) Gerar o Caminho Crítico – Possibilitar a vinculação entre todas as atividades da obra de forma rápida e organizada;</p> <p>(ix) Verificar Lógica - Possibilitar a filtragem do cronograma por grupos/prédios, áreas de trabalho e disciplinas para realizar a conferência da lógica de sequenciamento das atividades de cada disciplina a ser realizada em cada área de trabalho, da lógica de sequenciamento de cada disciplinas em relação a todas as áreas de trabalho e da lógica de sequenciamento das atividades entre as áreas de trabalho para verificar o caminho crítico principal e os caminhos críticos secundários (gerente de contrato e gerente de planejamento);</p> <p>(x) Gerar Relatórios Obra. Possibilitar a elaboração dos relatórios com as informações solicitadas pelo gerente de contrato da gerenciadora e pelo cliente.</p>
Cliente da Gerenciadora	<p>(i) Verificar Avanço Ambientes – Possibilitar verificar o avanço percentuais dos ambientes diretamente no cronograma;</p> <p>(ii) Verificar Avanço Atividades – Possibilitar o agrupamento das tarefas de cada atividade para verificar o avanço percentual diretamente no cronograma;</p> <p>(iii) Analisar o Desempenho Ambientes - Possibilitar a identificação de forma rápida e objetiva as tarefas que estão atrasadas e o impacto no prazo de entrega dos ambientes diretamente no cronograma.</p>

Fonte: o autor, 2021

#### 4.3.4 Funcionalidades da ferramenta

As funcionalidades da ferramenta foram definidas após a identificação e detalhamento das necessidades e dos requisitos da gerenciadora e dos clientes.

O Quadro 4-7 demonstra as funcionalidades da ferramenta, no Quadro 4-8 a relação entre as necessidade e requisitos com as funcionalidades.

Quadro 4-7 - Funcionalidades da ferramenta

Função	Solução utilizada	Aplicativos	Requisitos da Ferramenta
Estruturação	Matriz	Excel	Gerar a estrutura dos níveis hierárquicos até o nível da tarefa
Vinculação	Matriz DSM	Excel	Vincular todas as tarefas da obra
Automatizar os Procedimentos	Programação	VBA- Excel® VBA-MS Project®	Gerar de forma automática o cronograma com as colunas customizadas

Fonte: o autor, 2021

Quadro 4-8 - Necessidades, requisitos e funcionalidades da ferramenta

Gerenciadora		Funcionalidades		
		Estruturação	Vinculação	Automação (cronograma com colunas customizadas)
Necessidade	Requisitos			
Verificar Consistência Cronograma	Possibilitar a filtragem das atividades por áreas de trabalho e disciplinas	x		x
Gerar Tabela de Dados	Identificar as tarefas correspondente aos níveis N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas	x		x
Detalhar Informações	Possibilitar a filtragem das tarefas realizadas no N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas			x
Verificar Avanço	Permitir agrupar os itens dos níveis hierárquicos			x
Estrutura por Ambientes	Organizar as informações para a geração de um roteiro para fiscalização	x		
Condicionar Atividades	Limitar a execução das atividades a uma área de trabalho	x		
Conferir Escopo	Possibilitar a filtragem do cronograma por áreas de trabalho e disciplinas	x		x
Gerar o Caminho Crítico	Possibilitar a vinculação entre todas as atividades da obra de forma rápida e organizada		x	
Verificar Lógica	Possibilitar a filtragem do cronograma por grupos/prédios, áreas de trabalho e disciplinas		x	x
Gerar Relatórios Obra	Possibilitar a elaboração dos relatórios com as informações solicitadas pelo gerente de contrato da gerenciadora e pelo cliente	x	x	x

Cliente		Funcionalidades		
		Estruturação	Vinculação	Automação (cronograma com colunas customizadas)
Necessidade	Requisito			
Verificar Avanço dos Ambientes	Possibilitar verificar o avanço percentuais dos ambientes no cronograma	x		x
Verificar Avanço dos Atividades	Possibilitar o agrupamento das tarefas de cada atividade para verificar o avanço percentual no cronograma	x		x
Analisar o Desempenho dos Ambientes	Possibilitar a identificação de forma rápida e direta das tarefas das atividades que estão impactando no prazo de entrega dos ambientes no cronograma	x	x	x

Fonte: o autor, 2021

#### 4.3.5 Definição dos aplicativos

A definição dos aplicativos ocorreu em função das características. O Excel® e o MS Project® já são utilizados por muitas empresas de construção civil. Eles possibilitaram a implementação das funcionalidades necessárias ao funcionamento da ferramenta. Possuem módulos VBA que permite a automatização das tarefas executadas, bem como o funcionamento integrado dos programas, além disso os módulos VBA fazem parte dos aplicativos e não há custo associado a seu uso. Outra questão que pesou na decisão foi o conhecimento do autor deste estudo no uso e programação em VBA, o que possibilitou desenvolver o artefato conforme os processos identificados no fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra ([SSECO](#)).

#### 4.3.6 Definição da Arquitetura da Ferramenta

A arquitetura da ferramenta foi definida com o objetivo de facilitar o uso conforme as etapas necessárias para elaboração do cronograma a partir dos processos identificados no Fluxograma Resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra ([SSECO](#)). Desta forma a interface com o usuário foi dividida em 3 áreas específicas e podem ser identificadas na figura 3-5 que demonstra uma visão geral da ferramenta.

- Primeira Parte – MATRIZ/Estruturação, dedicada a estruturação do cronograma
- Segunda Parte – DSM (*Dependency Structure Matrix*) / Dependência, dedicada a definição das relações de dependência (DSM/Dependência).
- Terceira Parte - dedicada a visualização dos itens armazenamento nos bancos de dados para serem selecionados durante a elaboração do cronograma.

Os bancos de dados possuem informações referente aos itens resultantes da divisão do projeto em áreas menores que estão associado a um dos níveis hierárquicos do cronograma, na figura 4-30, podemos ver que foram incluídas na planilha as informações referentes à forma de divisão do layout da obra em relação ao N1 (Prédio), N2 (Unidade), Áreas de Trabalho e Disciplinas. Na figura 4-31 podemos visualizar o banco de dados com as informações referentes às atividades que podem ser realizadas em cada disciplina. Estas atividades podem ser selecionadas para serem incluídas como tarefas do cronograma.

Figura 4-30 - [Visão geral da ferramenta \(FECO\) em VBA-Excel](#)

MD	MATRIZ-DSM		Nome	Início	Duração Total Estimada:	Calendário	Dias Úteis Estimado	
			Quintas da Figueira	01/05/21	360	Corridos	360	
LIMPAR	N1 x N2		N2 x Área de Trabalho		Área de Trabalho x Disciplinas		Disciplinas x Itens	
MATRIZ	ESTRUTURAÇÃO	N1 subdividido por N2	N2 subdividido por Área de Trabalho	Limpar MN1N2	Limpar MN2N3	Limpar MN3DIS	Disciplina subdividida por Itens	
		Gerar Matriz - MN1N2	Gerar Matriz - MN2N3				Cria Matrizes - Disc	
		Gerar Tabela - MN1N2	Gerar Tabela - MN2N3				Criar Tabela Geral Disc	
		Crono - MN1N2	Crono - MN2N3				Crono Matrizes - Disc	
DSM	DEPENDÊNCIA	Predecessora Nível - N2	Predecessora Nível - N3	Limpar DN1N2	Limpar DN2N3	Limpar DN3DIS	Predecess. Nível Itens	
		Gerar Dsm - DN1N2	Gerar Dsm - DN2N3				Cria Dsms - Disc	
		Gerar Predec - DN1N2	Gerar Predec - DN2N3				Criar Tab. Pred. Áreas	
		Dados N1   Cro DSM - N1	Dados N2   Cro DSM - N2				Cro DSMs Ar	
Limpar Tabelas								
1	N1 - Obra		3	N2 - Prédio/Unidade	95	Área de Trabalho	63	Disciplinas
Incluir Obra	Acessar Mapa		Incluir Unid.	Acessar Mapa	Incluir Área	Acessar Mapa	Incluir Discipl.	Acessar Mapa
1			3		95		63	AUDT
L01	x	Quintas da Figueira	E01 x	Habitação	A01 x	Jardim 01	D01 x	Água Pot. Captação Inf
			E02 x	Infraestrutura	A02 x	Jardim 02	D02 x	Água Pot. Distribuição Inf
			E03 x	Equip. Comunit.	A03 x	Jardim 03	D03 x	Água Pot. Trat. Efluentes Inf
					A04 x	Jardim 04	D04 x	Fechamentos Inf

Fonte: o autor, 2021

Figura 4-31 - Tabela com as informações referentes às atividades de cada disciplina, dados

12	D1	Terraplanagem	29	Ar Condicionado	13	Automação
2		Total Selecionado	1	Total Selecionado	3	Total Selecionado
		Aterro		Bombas BAG		Cabeamento Automação
		Compactação		Cabeamento AC	.1	X Calibração e Aferição Multimetro
		Corte		Caixa Exaustão		Colocação Tags
		Destocamento	.1	X Chiller		Colocação Tags Quadros
D1.1	X	Limpeza		Colocação Tags Botões	.2	X Eletrocalha Automação
		Locação		Colocação Tags Circuitos e botões		Eletroduto Automação
		Nivelamento		Colocação Tags Quadros		Entrega Sensores Automação
		Recebimento Saibro		Condensadora		Instalações Sensores de Automação
		Regularização Taludes		Difusores		Montagem Quadros Automação
		Remoção Terra		Dutos		Multimetro
		Retirada Entulho		Eletrocalha AC	.3	X Quadros de Automação
D1.2	x	Terraplanagem		Eletroduto AC		Recebimento Quadros Automação

Fonte: o autor, 2021.

Optou-se pelo formato descrito para facilitar uso e agilizar a elaboração dos cronogramas, visto que os bancos de dados são tabelas que podem conter as informações já utilizadas em outros projetos.

#### 4.3.7 Definição do funcionamento

A definição do funcionamento da ferramenta foi realizada conforme arquitetura definida a partir de tabelas, matrizes e *Dependency Structure Matrix* (DSM) (EPPINGER, BROWNING, 2012, BROWNING, 2016).

As tabelas foram desenvolvidas para funcionar como um banco de dados. Elas devem armazenar as informações referente ao layout do projeto, suas subdivisões em unidades/áreas menores e as informações relativas as disciplinas e as atividades relacionadas. A matriz foi elaborada para realizar o relacionamento dos itens referentes a cada nível hierárquico e gerar a estrutura do cronograma até o nível da atividade. A DSM é utilizada para vincular as atividades a serem executadas em cada área de trabalho. A DSM Geral foi elaborada para possibilitar a realização das relações de dependência entre todas as atividades da obra.

A matrizes e a DSM são elaboradas para cada nível da estrutura do cronograma. Elas podem ser utilizadas para gerar um cronograma parcial a partir das informações inseridas na ferramenta. O objetivo é verificar se a estrutura do cronograma elaborada com os itens selecionados está ficando conforme desejado. Também é possível verificar se as datas calculadas a partir das durações definidas e as vinculações realizadas está atendendo aos prazos estimados.

A estrutura das matrizes, dos DSMs e das tabelas foram definidas para possibilitar a integração das funcionalidades inseridas na ferramenta. A programação VBA foi utilizada na

planilha desenvolvida no Excel® para implementar as funcionalidades e automatizar a geração das matrizes, das DSMs, bem como automatizar a geração do cronograma no MS Project®.

Conforme figura 4-32, o estabelecimento da relação entre os níveis hierárquicos pode ser realizado com a inserção de um “x” na célula que corresponde ao cruzamento entre os itens que constam nas linhas e colunas da matriz ou a inserção de um número que será utilizado para definir a duração da tarefa resultante. A Matriz - MN1N2 demonstra o relacionamento entre os níveis N1 e N2. A Matriz - MN2N3 demonstra o relacionamento entre os níveis N2 e Áreas de Trabalho (MN2N3). A Matriz - MN3DIS demonstra o relacionamento entre os níveis Áreas de Trabalho e Disciplinas.

Figura 4-32 - Estrutura de relacionamento nas Matrizes entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-

Disciplinas																																																																																																											
<p><b>Matriz - MN1N2</b> Estruturação <b>N1 x N2</b></p> <p style="text-align: center;">N1 - Prédio</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">N2 - Unidade</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">N2<sub>1</sub></td> <td style="text-align: center;">N2<sub>2</sub></td> <td></td> <td style="text-align: center;">N2<sub>j</sub></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1<sub>1</sub></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1<sub>2</sub></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1<sub>i</sub></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">RESULTANTE</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">N1<sub>(i)</sub>-N2<sub>(j)</sub></td> </tr> </table>		N2 - Unidade					N2 <sub>1</sub>	N2 <sub>2</sub>		N2 <sub>j</sub>	N1 <sub>1</sub>			4		N1 <sub>2</sub>	x				N1 <sub>i</sub>					RESULTANTE					N1 <sub>(i)</sub> -N2 <sub>(j)</sub>					<p><b>Matriz - MN2N3</b> Estruturação <b>N2 x Área de Trabalho</b></p> <p style="text-align: center;">N2 - Unidade</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Área de Trabalho</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Área de Trabalho<sub>1</sub></td> <td style="text-align: center;">Área de Trabalho<sub>2</sub></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Área de Trabalho<sub>j</sub></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2<sub>1</sub></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2<sub>2</sub></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2<sub>i</sub></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">RESULTANTE</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">N1-N2<sub>(i)</sub>-Área Trabalho<sub>(j)</sub></td> </tr> </table>		Área de Trabalho					Área de Trabalho <sub>1</sub>	Área de Trabalho <sub>2</sub>		Área de Trabalho <sub>j</sub>	N1-N2 <sub>1</sub>			4		N1-N2 <sub>2</sub>	x				N1-N2 <sub>i</sub>					RESULTANTE					N1-N2 <sub>(i)</sub> -Área Trabalho <sub>(j)</sub>					<p><b>Matriz - MN3DIS</b> Estruturação <b>Área de Trabalho x Disciplinas</b></p> <p style="text-align: center;">Área de Trabalho</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Disciplina</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Disciplina<sub>1</sub></td> <td style="text-align: center;">Disciplina<sub>2</sub></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Disciplina<sub>j</sub></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2-Área de Trabalho<sub>1</sub></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2-Área de Trabalho<sub>2</sub></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N1-N2-Área de Trabalho<sub>i</sub></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">RESULTANTE</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">N1-N2-Área Trabalho<sub>(i)</sub>-Disciplina<sub>(j)</sub></td> </tr> </table>		Disciplina					Disciplina <sub>1</sub>	Disciplina <sub>2</sub>		Disciplina <sub>j</sub>	N1-N2-Área de Trabalho <sub>1</sub>			4		N1-N2-Área de Trabalho <sub>2</sub>	x				N1-N2-Área de Trabalho <sub>i</sub>					RESULTANTE					N1-N2-Área Trabalho <sub>(i)</sub> -Disciplina <sub>(j)</sub>				
	N2 - Unidade																																																																																																										
	N2 <sub>1</sub>	N2 <sub>2</sub>		N2 <sub>j</sub>																																																																																																							
N1 <sub>1</sub>			4																																																																																																								
N1 <sub>2</sub>	x																																																																																																										
N1 <sub>i</sub>																																																																																																											
RESULTANTE																																																																																																											
N1 <sub>(i)</sub> -N2 <sub>(j)</sub>																																																																																																											
	Área de Trabalho																																																																																																										
	Área de Trabalho <sub>1</sub>	Área de Trabalho <sub>2</sub>		Área de Trabalho <sub>j</sub>																																																																																																							
N1-N2 <sub>1</sub>			4																																																																																																								
N1-N2 <sub>2</sub>	x																																																																																																										
N1-N2 <sub>i</sub>																																																																																																											
RESULTANTE																																																																																																											
N1-N2 <sub>(i)</sub> -Área Trabalho <sub>(j)</sub>																																																																																																											
	Disciplina																																																																																																										
	Disciplina <sub>1</sub>	Disciplina <sub>2</sub>		Disciplina <sub>j</sub>																																																																																																							
N1-N2-Área de Trabalho <sub>1</sub>			4																																																																																																								
N1-N2-Área de Trabalho <sub>2</sub>	x																																																																																																										
N1-N2-Área de Trabalho <sub>i</sub>																																																																																																											
RESULTANTE																																																																																																											
N1-N2-Área Trabalho <sub>(i)</sub> -Disciplina <sub>(j)</sub>																																																																																																											

Fonte: o autor, 2021.

Na figura 4-33 podemos ver a estrutura dos cronogramas resultantes dos relacionamentos entre os itens dos níveis hierárquicos. O cronograma Matriz - MN1N2 é resultado do relacionamento entre os níveis N1 e N2. O cronograma Matriz - MN2N3 é resultado do relacionamento entre os níveis N2 e Áreas de Trabalho. O cronograma Matriz - MN3DIS é resultado do relacionamento entre os níveis Áreas de Trabalho e Disciplinas.

Figura 4-33 – Estrutura dos cronogramas gerados a partir dos relacionamentos entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-Disciplinas

CRONOGRAMA Matriz - MN1N1	CRONOGRAMA Matriz - MN2N3	CRONOGRAMA Matriz - MN3DIS
GERAL	GERAL	GERAL
N1 <sub>1</sub>	N1 <sub>1</sub>	N1 <sub>1</sub>
N2 <sub>1</sub>	N2 <sub>1</sub>	N2 <sub>1</sub>
N2 <sub>2</sub>	Área deTrabalho <sub>1</sub>	Área deTrabalho <sub>1</sub>
N1 <sub>2</sub>	N2 <sub>2</sub>	Disciplina <sub>1</sub>
N2 <sub>1</sub>	Área deTrabalho <sub>1</sub>	N2 <sub>2</sub>
N2 <sub>2</sub>	Área deTrabalho <sub>2</sub>	Área deTrabalho <sub>1</sub>
	N1 <sub>2</sub>	Disciplina <sub>1</sub>
	N2 <sub>1</sub>	Disciplina <sub>2</sub>
	Área deTrabalho <sub>2</sub>	Área deTrabalho <sub>2</sub>
	N2 <sub>2</sub>	Disciplina <sub>2</sub>
	Área deTrabalho <sub>3</sub>	N1 <sub>2</sub>
		N2 <sub>1</sub>
		Área deTrabalho <sub>1</sub>
		Disciplina <sub>2</sub>

Fonte: o autor, 2021.

Conforme figura 4-34, a realização da vinculação entre as atividades definidas nos níveis hierárquicos pode ser realizada com a inserção do tipo de vinculação desejada (II (início-início), TT (término-término), TI (término-início), ou IT (início-término)), na célula que corresponde ao cruzamento entre as duas tarefas que constam nas linhas e colunas da DSM. A vinculação poderá ser acrescida de um número correspondente aos dias necessário para definir a vinculação, como por exemplo TI+2, que corresponde a vinculação término-início + 2 dias (TI+ 2 dias). A DSM - DN1N2 é a matriz DSM utilizada para a vinculação entre as atividades dos níveis N1 e N2. A DSM - DN2N3 é a matriz DSM utilizada para a entre as atividades dos níveis N2 e Áreas de Trabalho. A DSM - MN3DIS é a matriz DSM utilizada para a vinculação entre as atividades dos níveis Áreas de Trabalho e Disciplinas (MN3DIS).

Figura 4-34 - Estrutura de relacionamento nas DSMs entre os níveis N1- N2, N2-N3 e N3-



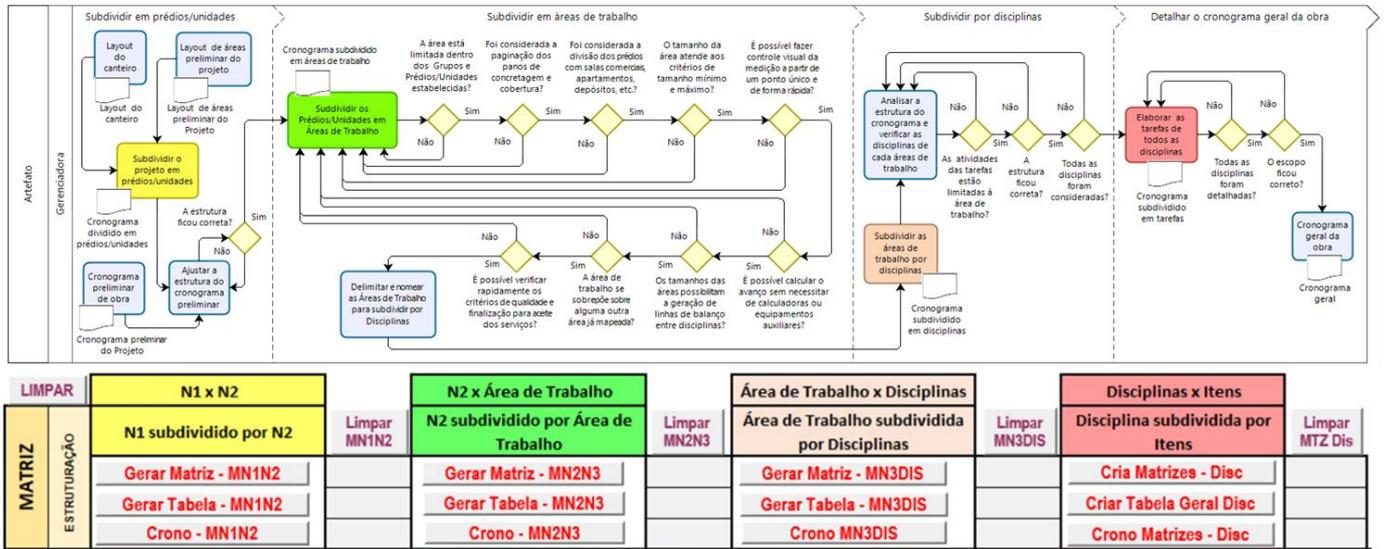
Fonte: o autor, 2021.

Segundo Browning (2016), a matriz de estrutura de projeto (DSM - também chamada de matriz de estrutura de dependência) pode ser utilizada para representar e analisar os modelos de sistemas complexos. O DSM traz as vantagens da simplicidade e concisão na representação. Na DSM a relação ocorre com a inserção da dependência na célula que corresponde ao cruzamento entre os itens que constam nas linhas e colunas desta matriz (EPPINGER, BROWNING, 2012).

#### 4.3.8 Associação entre fluxograma (SSECO) e as funcionalidades da ferramenta (FECO)

Na figura 4-35 demonstra a associação entre os processos do Fluxograma Resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra ([SSECO](#)) e a sequência de funcionalidades implementadas na ferramenta (FECO) destinada a estruturação e elaboração do cronograma.

Figura 4-35 - Associação entre fluxograma (SSECO) e as funcionalidades da ferramenta (FECO)



Fonte: o autor, 2021.

A funcionalidade “N1 subdividido por N2” corresponde ao processo “Subdividir em prédios/unidades” (cor amarela). A funcionalidade “N2 subdividido por Área de Trabalho” corresponde ao processo “Subdividir em áreas de trabalho” (cor verde). A funcionalidade “Área de Trabalho subdividido por Disciplinas” corresponde ao processo “Subdividir por disciplinas” (cor bege). A funcionalidade “Disciplinas subdividido por Itens” corresponde ao processo “Detailar o cronograma geral da obra” (cor vermelha).

#### 4.3.9 Processo de relacionamento e elaboração dos cronogramas

Para iniciar o processo de relacionamento, o nível 1 (N1) foi definido como Condomínio. Esta informação foi inserida na coluna N1 da tabela de dados dos níveis hierárquicos. Os itens do nível 2 (N2) foram definidos após análise do projeto. Os itens Infraestrutura, Habitação e Equipamentos Comunitários foram inseridas na coluna N2 da tabela de dados. A partir destas informações foi elaborada a matriz MN1N2 para a realização do relacionamento entre os itens do nível 1(N1) com os itens do nível 2 (2N). O cronograma elaborado a partir desta matriz foi utilizado para verificar a estrutura até o nível 2 (N2).

O estabelecimento de relação entre os níveis hierárquicos foi realizado com a inserção de um número na célula que corresponde ao cruzamento entre os itens que constam nas linhas

e colunas da matriz. Este número foi utilizado para inserir a duração do item resultante do relacionamento. Na Figura 4-36, podemos verificar a matriz MN1N2 com as informações do N1 e do N2 onde são realizadas as relações necessárias para gerar o cronograma a ser utilizado para verificar a estrutura dos níveis hierárquicos antes de passar para o nível seguinte (Figura 4-37).

Figura 4-36 - Matriz de relacionamento dos níveis N1 e N2, dados reais

NÍVEL 1		3	1	2	3
Gerar Tabela	Tabela Gerada	0			
Gerar DSM	Gerar DSM Pendente	MTZ			
Matriz			ED1	ED2	ED3
<b>MN1N2</b>					
PREDECESSORA					
N1		X			
N2		X			
Área		X			
Equip. Comunit.					
Condomínio [x]					
N1					
Condomínio		3	4	5	6
		0			
		0			

Fonte: o autor, 2021.

Figura 4-37 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis N1 e N2, dados reais

	Nome da tarefa	% concluído	% Real	Duração	Início	Término	Predecessor	N1	N2
1	↳ Geral	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21			
2	↳ Condomínio	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21		Condomínio	
3	↳ Habitação	0%	0	5 dias	01/05/21	05/05/21		Condomínio	Habitação
8275	↳ Infraestrutura	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21		Quintas da Figu	Infraestrutura
10242	↳ Equip. Comunit.	0%	0	7 dias	01/05/21	07/05/21		Quintas da Figu	Equip. Comunit

Fonte: o autor, 2021.

A definição das informações do nível 3 (Área de Trabalho) ocorreu após a definição das 94 áreas de trabalho (Casas 1 a 70, Ruas 1 a 15, Jardins 1 a 5, Salão de Festas, Quiosque, Piscina e Playground. Estas informações foram inseridas na coluna Área de Trabalho da tabela de dados e selecionadas para uso. A partir destas informações foi elaborada a matriz MN2N3 e realizado o relacionamento entre os itens do nível 2 (N2) com o nível 3 (Áreas de Trabalho). O cronograma elaborado a partir desta matriz foi utilizado para verificar a estrutura até o nível 3 (Área de Trabalho).

Na figura 4-38, pode-se verificar a matriz MN2N3 gerada para realizar as relações entre os itens que constam nos níveis 2 (N2) e o nível 3 (Área de Trabalho). A figura 4-39 demonstra o cronograma correspondente.

Figura 4-38 - Matriz de relacionamento dos níveis N2 e Área de Trabalho, dados reais

Fonte: o autor, 2021.

Figura 4-39 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis N2 e Área de Trabalho.

	Númen da estrutu	Nome da tarefa	% concluído	% Real	Duraçã	Início	Término	Predecess	N1	N2	Célula de Trabalho
0	0	CRONO - MTZ - MTZAREA - Condomino - 19-05-2021	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21				
1	1	↳ Geral	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21				
2	1.1	↳ Condomínio	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21			Quintas da Figu	
3	1.1.1	↳ Habitação	0%	0	5 dias	01/05/21	05/05/21			Quintas da Figu Habitação	
8276	1.1.2	↳ Infraestrutura	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	
8277	1.1.2.1	↳ Jardim 01	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Jardim 01
8294	1.1.2.2	↳ Jardim 02	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Jardim 02
8311	1.1.2.3	↳ Jardim 03	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Jardim 03
8328	1.1.2.4	↳ Jardim 04	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Jardim 04
8345	1.1.2.5	↳ Jardim 05	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Jardim 05
8362	1.1.2.6	↳ Casa 01	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Casa 01
8376	1.1.2.7	↳ Casa 02	0%	0	6 dias	01/05/21	06/05/21			Quintas da Figu Infraestrutura	Casa 02

Fonte: o autor, 2021.

A definição das informações do nível 4 (Disciplinas) ocorreu após a definição das 63 disciplinas a serem realizadas na obra. Estas informações foram inseridas na coluna Disciplinas da tabela de dados e selecionadas para uso. A partir destas informações foi elaborada a matriz MN3DIS e realizada o relacionamento entre os itens do nível 3 (Áreas de Trabalho) com o nível 4 (Disciplinas). O cronograma elaborado a partir desta matriz foi utilizado para verificar a estrutura até o nível 4 (Disciplinas).

Na figura 4-40 está a matriz gerada para realizar as relações entre os itens que constam nos níveis Áreas de Trabalho e nas Disciplinas. Na figura 4-41 encontra-se o cronograma gerado a partir da matriz das figuras 4-40. Os cronogramas podem ser gerados a cada etapa do

processo para verificar se a estrutura do cronograma atende às expectativas de quem está elaborando.

Figura 4-40 - Matriz de relacionamento dos níveis Área de Trabalho e Disciplinas, dados reais

Gerar Tabela	NIVEL 3	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																	
Gerar DSM	Tabela Gerada	63	MTZ	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK																
Voltar Dados	Gerar DSM Pendente	MTZ																																		
<b>Matriz</b>																																				
<b>MN3DIS</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">PREDECESSORA</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Atualiz. Duração</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> </tr> <tr> <td>N1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pavimentação Pedestres Inf</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Color Especial</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Condominio- Infraestrutura- Rua 02 [ 6 ]</td> </tr> </table>																					PREDECESSORA		Atualiz. Duração	X	N1		N2		Área		Pavimentação Pedestres Inf		Color Especial	X	Condominio- Infraestrutura- Rua 02 [ 6 ]	
PREDECESSORA		Atualiz. Duração	X																																	
N1																																				
N2																																				
Área																																				
Pavimentação Pedestres Inf		Color Especial	X																																	
Condominio- Infraestrutura- Rua 02 [ 6 ]																																				
<b>DISCIPLINA</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Água Pot. Captação Inf</td> <td>Água Pot. Distribuição Inf</td> <td>Água Pot. Trat. Efluentes Inf</td> <td>Fechamentos Inf</td> <td>Muros Arrimo, Fund. Reforços Inf</td> <td>Paralelismo, Equip. Ambient. Inf</td> <td>Passesios Calçadas Inf</td> <td>Pav. Concreto Armado Bom Inf</td> <td>Pavimentação Pedestres Inf</td> <td>Rede Drenagem Pluvial Inf</td> <td>Terraplanagem Inf</td> <td>Energia Iluminação Inf</td> <td>Redes Inspeções Tubulares Inf</td> <td>Água Fria Hab</td> <td>Alvenaria Fechamentos Hab</td> <td>Aparelhos, Meteis Completm Hab</td> </tr> </table>																					Água Pot. Captação Inf	Água Pot. Distribuição Inf	Água Pot. Trat. Efluentes Inf	Fechamentos Inf	Muros Arrimo, Fund. Reforços Inf	Paralelismo, Equip. Ambient. Inf	Passesios Calçadas Inf	Pav. Concreto Armado Bom Inf	Pavimentação Pedestres Inf	Rede Drenagem Pluvial Inf	Terraplanagem Inf	Energia Iluminação Inf	Redes Inspeções Tubulares Inf	Água Fria Hab	Alvenaria Fechamentos Hab	Aparelhos, Meteis Completm Hab
Água Pot. Captação Inf	Água Pot. Distribuição Inf	Água Pot. Trat. Efluentes Inf	Fechamentos Inf	Muros Arrimo, Fund. Reforços Inf	Paralelismo, Equip. Ambient. Inf	Passesios Calçadas Inf	Pav. Concreto Armado Bom Inf	Pavimentação Pedestres Inf	Rede Drenagem Pluvial Inf	Terraplanagem Inf	Energia Iluminação Inf	Redes Inspeções Tubulares Inf	Água Fria Hab	Alvenaria Fechamentos Hab	Aparelhos, Meteis Completm Hab																					
<b>ÁREA DE TRABALHO</b>																																				
1	15	1	160	5	15	15	15	15	15	182	15	15	70	70	70																					
Condominio- Infraestrutura- Casa 69	2																																			
Condominio- Infraestrutura- Casa 70	2																																			
Condominio- Infraestrutura- Rua 01	9																																			
Condominio- Infraestrutura- Rua 02	9																																			
Condominio- Infraestrutura- Rua 03	9																																			
Condominio- Infraestrutura- Rua 04	9																																			

Fonte: o autor, 2021.

Na figura 4-41, pode-se verificar que foram criadas no MS Project® colunas customizadas para identificar as informações utilizadas em cada nível hierárquico. Níveis N1, N2, Área de Trabalho e Disciplina.

Figura 4-41 - Cronograma gerado a partir dos relacionamentos estabelecidas na matriz entre os níveis Área de Trabalho e Disciplinas, dados reais

Núme- da estrut-	Nome da tarefa	% concluí-	% Real	Duraçã- o	Início	Término	Pr-	N1	N2	Célula de Trabalh-	Disciplina
9632	1.1.2.81	0%	0	10 dias	01/05/21	10/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	4
9633	1.1.2.81.1	0%	0	3 dias	01/05/21	03/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	5
9634	1.1.2.81.1	0%	0	1 dia	01/05/21	01/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9635	1.1.2.81.1	0%	0	2 dias	01/05/21	02/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9636	1.1.2.81.1	0%	0	1 dia	01/05/21	01/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9637	1.1.2.81.1	0%	0	1 dia	01/05/21	01/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9638	1.1.2.81.1	0%	0	3 dias	01/05/21	03/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9639	1.1.2.81.2	0%	0	5 dias	01/05/21	05/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	5
9640	1.1.2.81.2	0%	0	5 dias	01/05/21	05/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9641	1.1.2.81.2	0%	0	5 dias	01/05/21	05/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9642	1.1.2.81.2	0%	0	3 dias	01/05/21	03/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9643	1.1.2.81.3	0%	0	3 dias	01/05/21	03/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	5
9644	1.1.2.81.3	0%	0	2 dias	01/05/21	02/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9645	1.1.2.81.3	0%	0	3 dias	01/05/21	03/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6
9646	1.1.2.81.3	0%	0	2 dias	01/05/21	02/05/21		Condominio	Infraestrutura	Rua 06	6

Fonte: o autor, 2021.

#### 4.3.10 Objetivos alcançados na etapa Desenvolvimento

Para este estudo restringiu-se à análise da geração da estrutura dos cronogramas a partir da utilização de matrizes. Apesar de não ser abordado neste trabalho, a verificação da consistência do cronograma a partir da análise das relações de dependência entre as tarefas é uma atividade fundamental para o controle sobre os prazos de entrega e validação do caminho

crítico da obra. Desta forma o artefato foi desenvolvido procurando atender também esta demanda da gerenciadora de obra. As matrizes foram geradas conforme as informações alimentadas na planilha e as relações realizadas entre cada nível hierárquico.

Nesta etapa, a ferramenta foi obtida a partir das informações que constam nos fluxogramas elaborados no formato o *Swim Lanes*®, desenhados no software *Bizagi*®. Ela foi desenvolvida no VBA-Excel®, para funcionar de forma integrada com o aplicativo VBA-MS Project®. O objetivo foi desenvolver uma ferramenta funcional com a capacidade de gerar os cronogramas de forma rápida e organizada.

Resultados alcançados nesta etapa: (i) o desenvolvimento da ferramenta a ser utilizado no campo de aplicação para a geração dos indicadores de obra; (ii) a demonstração do processo de desenvolvimento desta ferramenta.

#### 4.4 AVALIAÇÃO

A avaliação dos fluxogramas ocorreu com a análise da processos que compõem os fluxogramas e a validação da ferramenta ocorreu a partir da utilização de dados fictícios e dados reais para a verificação da capacidade do cronograma elaborado gerar as informações necessárias para atender as necessidades do cliente em relação ao controle das entregas dos ambientes e da gerenciadora em relação à gestão dos espaços.

##### 4.4.1 Medidas de desempenho

Os fluxogramas devem possibilitar o entendimento do método utilizado pela gerenciadora nacional e servir como um roteiro a ser seguido pelos gerentes de contrato e conjunto com o gerente de planejamento durante a análise dos fatores que podem impactar o andamento da obra e devem ser considerados durante a elaboração dos cronogramas.

A ferramenta deve ter a capacidade de demonstrar o processo de subdivisão do projeto em áreas menores bem como a capacidade de organizar os procedimentos e critérios de forma a gerar o cronograma com a estrutura esperada e as informações necessárias a elaboração dos indicadores.

#### 4.4.2 Verificação do funcionamento da ferramenta (FECO) com dados fictícios

A simulação realizada com dados fictícios confirmou a capacidade da ferramenta em demonstrar o processo de subdivisão do projeto em áreas menores bem como a capacidade de organizar os procedimentos e critérios de forma a gerar o cronograma com a estrutura esperada.

A avaliação realizada demonstrou a eficácia da ferramenta desenvolvido no VBA-Excel® em conjunto com o VBA-MS Project®, em atender as medidas de desempenho.

A simulação realizada com dados fictícios para a validação da ferramenta confirmou a sua capacidade em atender as medidas de desempenho. As tabelas da planilha foram preenchidas com as informações relativas a cada nível hierárquico da estrutura do cronograma como: (i) N1 - Prédio: Bloco 01, Bloco 02; (ii) N2 - Unidade: Subsolo, 2 Andar, Cobertura; (iii) N3 - Área de trabalho: Circulação, Copa, Escritórios, Estacionamento, Sanitários; (iv) N4 - Disciplinas: Ar-Condicionado, CFTV, Civil, Elétrico, Incêndio. O cronograma foi gerado com a estrutura esperada e as colunas customizadas foram preenchidas com as informações corretas.

#### 4.4.3 Verificação da utilidade e facilidade de uso dos fluxogramas

A verificação da utilidade e facilidade de uso dos fluxogramas ocorreu com a análise da processos que compõem os fluxogramas realizada por alguns gerentes de contrato da gerenciadora, todavia não foi possível verificar a sua utilização no campo de aplicação devido a pandemia do Covid-19. A pandemia impactou diretamente a realização de novos projetos comerciais e industriais. Devido ao cancelamento de novos projetos programados para 2020, não foi possível testar os fluxogramas.

#### 4.4.4 Ajuste da ferramenta (FECO) para atender a gerenciadora regional

A entrada da gerenciadora regional oportunizou a realização da validação da ferramenta com os dados reais, contudo ela havia sido desenvolvida para ser utilizada em obras rápidas, com poucas áreas de trabalho, grande quantidade de tarefas e pouca dependência entre as tarefas de áreas de trabalho diferentes. Nestas obras a relação de dependência ocorre na maioria das vezes entre atividades executadas dentro de uma área de trabalho específica. Desta forma as matrizes e DSMs foram desenvolvidas para atender as obras com estas características.

O projeto disponibilizado pela gerenciadora regional é um condomínio com 70 casas, com ruas, jardim e equipamentos comunitários. Os projetos de condomínios de casas ou

apartamentos tem como característica envolver uma grande quantidade de áreas de trabalho e uma grande quantidade de disciplinas. As tarefas de cada disciplina, a serem executada em cada área de trabalho, possuem uma grande dependência, tornando complexa e demorada a realização da vinculação entre elas durante a elaboração do cronograma. Devido a quantidade de áreas de trabalho (94) e disciplinas (63) a serem consideradas na elaboração do cronograma, foi necessário ajustar e aprimorar a ferramenta.

#### 4.4.5 Validação da ferramenta (FECO) com dados reais

A validação da ferramenta ocorreu a partir da utilização de dados reais fornecidos pela gerenciadora regional. O uso confirmou a capacidade da ferramenta gerar o cronograma com as informações necessárias para atender as necessidades do cliente em relação ao controle das entregas dos ambientes e as necessidades da gerenciadora em relação à gestão dos espaços. Além disso, confirmou a capacidade da ferramenta ser utilizada no campo de aplicação para a geração do cronograma de obra, bem como a sua utilidade e facilidade de uso.

A interface com o usuário dividia em 3 áreas específicas organiza seu uso e organiza a utilização das funcionalidades estruturação e vinculação. A geração do cronograma de forma rápida e automática, a partir das informações alimentadas na planilhada, realizada pela programação VBA-Excel® e VBA-MS Project®, confirmou a sua utilidade no campo de aplicação.

Para o desenvolvimento dos cronogramas foram utilizadas as matrizes de relacionamento. As matrizes foram elaboradas com as informações inseridas nas tabelas correspondentes aos níveis hierárquicos N1, N2, Áreas de Trabalho e Disciplinas.

#### 4.4.6 Verificação da estrutura do cronograma de obra e colunas customizadas

O cronograma de obra elaborado demonstrou a capacidade da ferramenta (FECO) estruturar o cronograma conforme os relacionamentos estabelecidos entre os itens dos níveis N1, N2, Área de Trabalho e Disciplinas. A geração do cronograma utilizando o VBA- Excel® e o VBA-MS Project® possibilitou visualizar e verificar de forma muito rápida se a estrutura do cronograma elaborado a partir dos processos descritos no fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra ([SSECO](#)) atendiam aos requisitos dos clientes e dos gerentes de contrato da gerenciadora de obra.

As informações que constam colunas customizadas referentes aos níveis hierárquicos N1, N2, área de Trabalho e Disciplina possibilitam a geração dos relatórios com as informações que atendem aos requisitos do cliente e da gerenciadora. Além disso, a partir das colunas customizada é possível filtrar os itens de forma detalhada, possibilitando verificar de maneira simples e direta as informações que constam no cronograma.

A verificação do cronograma gerado pela ferramenta com o utilizado pela gerenciadora confirmou a eficácia da ferramenta em gerar a estrutura de níveis hierárquicos e as colunas customizadas semelhantes.

Conforme figura 4-42, o cliente pode utilizar as colunas customizadas para filtrar ou agrupar as informações conforme deseje ou tenha necessidade.

Figura 4-42 - Coluna customizada no MS Project® simulado com dados fictícios

Númer da estrutu	Nome da tarefa	% concluí	% Real	Duraçã	Início	Término	Predecessoras	N1	N2	Área de Trabalho	Disciplina
0	CRONO - MTZ - N3 - TESTE	0%	0	75 dias	23/11/20	05/12/20					
1	Geral	0%	0	75 dias	23/11/20	05/12/20					
2	Bloco 01	0%	0	56 dias	23/11/20	17/12/20					
3	Térreo	0%	0	35 dias	23/11/20	27/12/20					
4	Circulação	0%	0	12 dias	23/11/20	04/12/20			Térreo		
5	Civil	0%	0	5 dias	23/11/20	27/12/20			Térreo	Circulação	Civil
6	Elétrico	0%	0	5 dias	28/11/20	02/12/20			Térreo	Circulação	Elétrico
7	Incêndio	0%	0	2 dias	03/12/20	04/12/20			Térreo	Circulação	Incêndio
8	Copa	0%	0	9 dias	05/12/20	13/12/20			Térreo	Copa	
9	Ar Condicionado	0%	0	3 dias	05/12/20	07/12/20			Térreo	Copa	Ar Condicionado
10	Civil	0%	0	2 dias	08/12/20	09/12/20			Térreo	Copa	Civil
11	Elétrico	0%	0	2 dias	10/12/20	11/12/20			Térreo	Copa	Elétrico
12	Incêndio	0%	0	2 dias	12/12/20	13/12/20			Térreo	Copa	Incêndio
13	Escritórios	0%	0	14 dias	14/12/20	27/12/20			Térreo	Escritórios	
14	Ar Condicionado	0%	0	2 dias	14/12/20	15/12/20			Térreo	Escritórios	Ar Condicionado
15	Civil	0%	0	5 dias	16/12/20	20/12/20			Térreo	Escritórios	Civil

Fonte: o autor, 2021.

Além do que já foi apresentado em relação à validação do artefato, pode-se verificar que o exemplo de cronograma utilizado pela gerenciadora (Figura 3-18), possui a mesma lógica e WBS utilizada no cronograma elaborado a partir das orientações do artefato através do uso da ferramenta (Figura 4-43).

Figura 4-43 - Exemplo de cronograma utilizado pela gerenciadora em uma obra para gerar os relatórios e atender as necessidades do cliente

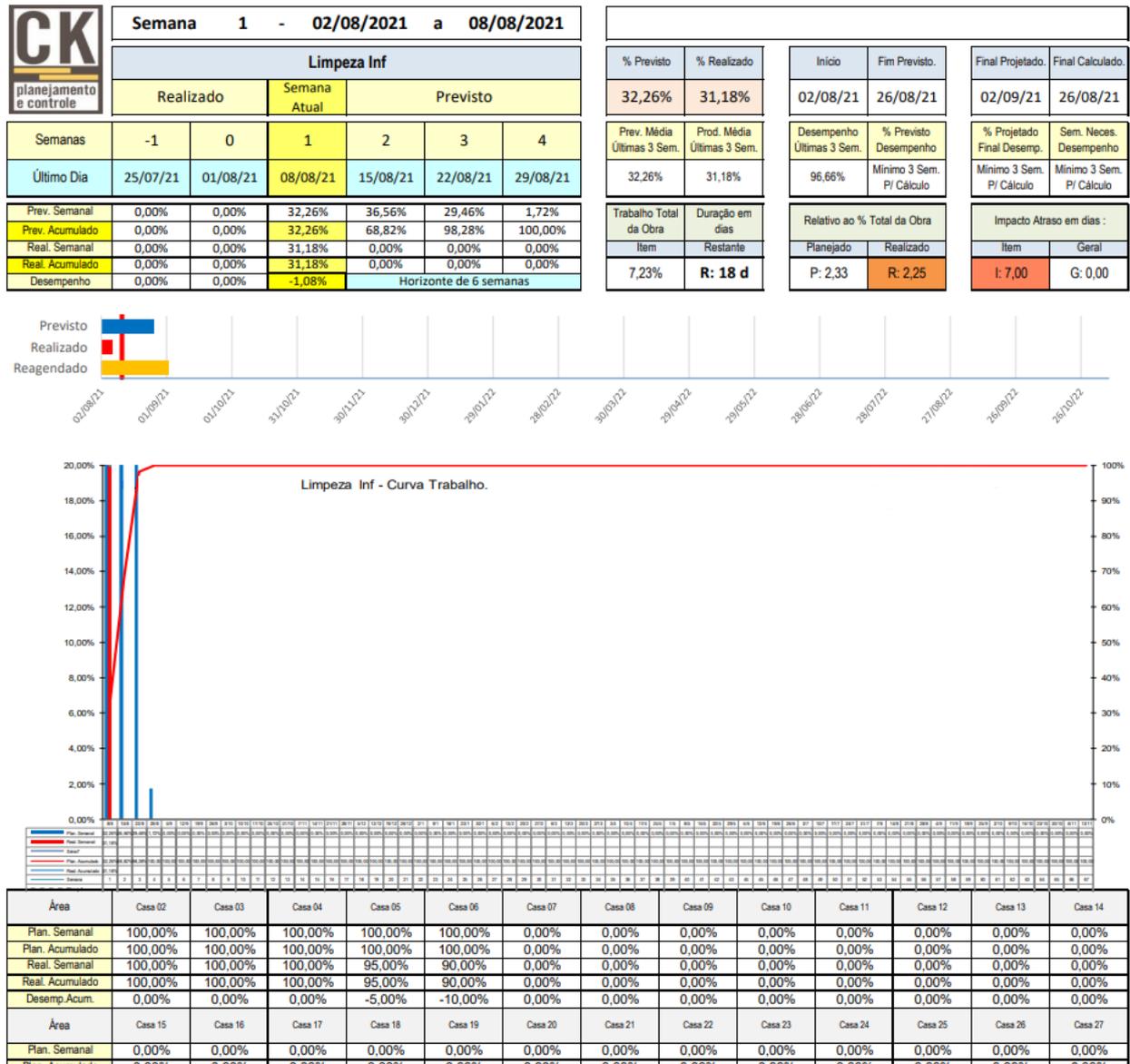
	Númer da estrut	Nome da tarefa	% concl	% Real	Duraçã	Início	Término	Predecessoras	Geral	Grupos	Área de Trabalho	Disciplinas
133	2.2	▾ BLOCO 1	4%	3,84	162 dias	17/11/20	30/06/21		Geral	BLOCO 1		
134	2.2.1	▸ Terreo	13%	12,5	88 dias	17/11/20	18/03/21		Geral	BLOCO 1	Terreo Bloco 1	
233	2.2.2	▾ Pavimento 1	0%	0	53 dias	03/02/21	16/04/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
234	2.2.2.1	▸ Estrutura Pré-Moldada	0%	0	18 dias	03/02/21	26/02/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
243	2.2.2.2	▸ Piso	0%	0	3 dias	01/03/21	03/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
248	2.2.2.3	▸ Fechamento Lateral Placa de Concreto	0%	0	3 dias	04/03/21	08/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
252	2.2.2.4	▸ Incêndio	0%	0	19 dias	23/02/21	19/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
269	2.2.2.5	▸ Instalações Elétricas	0%	0	14 dias	09/03/21	26/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
289	2.2.2.6	▸ Instalações Hidro-Sanitárias	0%	0	5 dias	09/03/21	15/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
298	2.2.2.7	▾ Drenagem	0%	0	7 dias	09/03/21	17/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
299	2.2.2.7.1	▾ Rede de Tubos	0%	0	7 dias	09/03/21	17/03/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
300	2.2.2.7.1.1	Escavação	0%	0	4 dias	09/03/21	12/03/21	251	Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	Hidráulica
301	2.2.2.7.1.2	Tubulação	0%	0	3 dias	15/03/21	17/03/21	300	Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	Hidráulica
302	2.2.2.8	Check List	0%	0	15 dias	29/03/21	16/04/21	234,243,248,252,261	Geral	BLOCO 1	Pavim.1 Bloco 1	
303	2.2.3	▸ Pavimento 2	0%	0	53 dias	01/03/21	12/05/21		Geral	BLOCO 1	Pavim.2 Bloco 1	
373	2.2.4	▸ Cobertura	0%	0	67 dias	30/03/21	30/06/21		Geral	BLOCO 1	Cobertura Bloco 1	
469	2.3	▾ BLOCO 2	1%	1,22	162 dias	26/11/20	09/07/21		Geral	BLOCO 2	Terreo Bloco 2	
470	2.3.1	▸ Terreo	4%	3,97	88 dias	26/11/20	29/03/21		Geral	BLOCO 2	Terreo Bloco 2	
569	2.3.2	▸ Pavimento 1	0%	0	53 dias	12/02/21	27/04/21		Geral	BLOCO 2	Pavim.1 Bloco 2	
639	2.3.3	▸ Pavimento 2	0%	0	53 dias	10/03/21	21/05/21		Geral	BLOCO 2	Pavim.2 Bloco 2	
709	2.3.4	▸ Cobertura	0%	0	67 dias	08/04/21	09/07/21		Geral	BLOCO 2	Cobertura Bloco 2	

Fonte: o autor, 2021.

#### 4.4.7 Exemplos de relatórios

A partir das informações que constam nas colunas customizadas no cronograma gerado no MS Project® podem ser gerados diversos tipos de relatórios. Abaixo segue o exemplo dos relatórios desenvolvidos para atender a demanda da gerenciadora e dos clientes. A figura 4-44 demonstra o relatório integrado da disciplina “Limpeza Inf” (Infraestrutura), elaborado a partir de dados reais, o qual disponibiliza as informações referentes aos planejamentos de curto, médio, longo prazo e o detalhamento do desempenho por área de trabalho.

Figura 4-44 - Relatório integrado com as informações referentes aos planejamentos de curto, médio, longo prazo e o detalhamento do desempenho por área de trabalho, dados reais



Fonte: o autor, 2021.

A figura 4-45 demonstra o relatório integrado com as informações detalhadas referentes aos planejamentos atual, curto (próxima semana de planejamento) e tarefas atrasadas. O relatório demonstra a listagem das tarefas atrasadas e as datas previstas para a conclusão detalhado das atividades de “limpeza Inf” com as atividades programadas para a semana 2 (atual), semana 3 (curto prazo) e a listagem das tarefas atrasadas e as datas previstas para a conclusão.

Figura 4-45 - Relatório integrado, dados reais



**PLANEJAMENTO SEMANAL : 02**

ATUAL		Semana = 2		Limpeza Inf				ATUAL			PLANEJAMENTO DIÁRIO - ATUAL						
ID	Prédio	Local	Item	Realiz	Previsto	Início	Fim	Critica	Início	Fim	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Seita	Sábado	Domingo
		Início em : 9/8/21				Fim em : 15/8/21											
91	Rua 13	Rua	Limpeza Inf - Rua 13	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
104	Rua 12	Rua	Limpeza Inf - Rua 12	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
117	Rua 11	Rua	Limpeza Inf - Rua 11	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
182	Rua 06	Rua	Limpeza Inf - Rua 06	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
195	Rua 05	Rua	Limpeza Inf - Rua 05	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
208	Rua 04	Rua	Limpeza Inf - Rua 04	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
290	Casa 64	Casa	Limpeza Inf - Casa 64	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
295	Casa 63	Casa	Limpeza Inf - Casa 63	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
300	Casa 62	Casa	Limpeza Inf - Casa 62	0%	100%	9/8/21	13/8/21	Não	9/8/21	13/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

CURTO		Semana = 3		Limpeza Inf				CURTO			PLANEJAMENTO DIÁRIO - CURTO						
ID	Prédio	Local	Item	% Atual	Previsto	Início	Fim	Critica	Início	Fim	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Seita	Sábado	Domingo
		Início em : 16/8/21				Fim em : 22/8/21											
38	Jardim 04	Jardim	Limpeza Inf - Jardim 04	0%	20%	20/8/21	26/8/21	Não	20/8/21	26/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
46	Jardim 05	Jardim	Limpeza Inf - Jardim 05	0%	20%	20/8/21	26/8/21	Não	20/8/21	26/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
130	Rua 10	Rua	Limpeza Inf - Rua 10	0%	100%	16/8/21	20/8/21	Não	16/8/21	20/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
143	Rua 09	Rua	Limpeza Inf - Rua 09	0%	100%	16/8/21	20/8/21	Não	16/8/21	20/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
146	Rua 08	Rua	Limpeza Inf - Rua 08	0%	100%	16/8/21	20/8/21	Não	16/8/21	20/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

ATRASADAS		Até = 8/8/21		Limpeza Inf				ATRASADAS			PLANEJAMENTO DIÁRIO - ATRASADAS						
ID	Prédio	Local	Item	Realiz	Previsto	Início	Fim	Critica	Início Rep	Fim Rep	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Seita	Sábado	Domingo
78	Rua 14	Rua	Limpeza Inf - Rua 14	90%	100%	2/8/21	6/8/21	Não	6/8/21	9/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
221	Rua 03	Rua	Limpeza Inf - Rua 03	90%	100%	2/8/21	6/8/21	Não	6/8/21	9/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
247	Rua 01	Rua	Limpeza Inf - Rua 01	90%	100%	2/8/21	6/8/21	Não	6/8/21	9/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
280	Casa 66	Casa	Limpeza Inf - Casa 66	90%	100%	2/8/21	6/8/21	Não	6/8/21	9/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
285	Casa 65	Casa	Limpeza Inf - Casa 65	80%	100%	2/8/21	6/8/21	Não	6/8/21	9/8/21	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

Fonte: o autor, 2021.

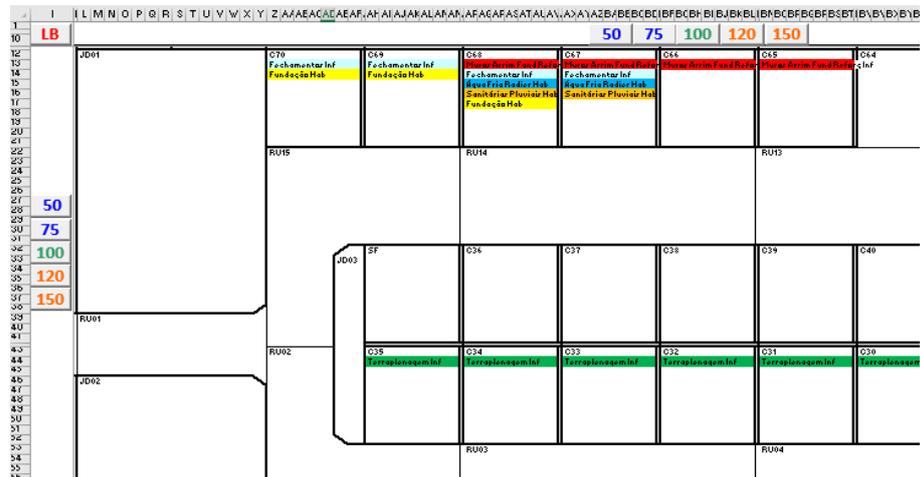
As informações estruturadas a partir da lógica de subdivisão do projeto em unidades menores, permite gerar um mapa esquemático no Excel®, o qual pode ser utilizado para visualizar o planejamento semanal por atividade em cada área de trabalho para todas as semanas de planejamento da obra, figura 4-46. A figura 4-47 demonstra uma visão parcial do mapa de planejamento semanal para as atividades programadas para a semana 10.

Figura 4-46 - Mapa elaborado no Excel® com a identificação das áreas de trabalho e dos grupos (jardins em verde, casas em amarelo, equipamentos comunitários em azul e ruas em branco), dados reais



Fonte: o autor, 2021.

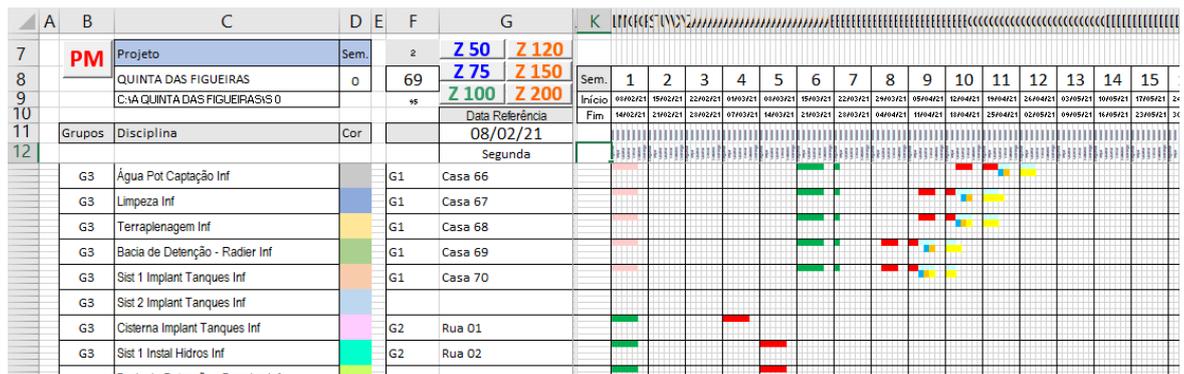
Figura 4-47 - Mapa parcial do planejamento semanal para as atividades programadas para a semana 10, dados reais



Fonte: o autor, 2021.

Também é possível gerar uma linha de balanço detalhada, com as atividades programadas para cada área de trabalho, para cada semana de planejamento, figura 4-48.

Figura 4-48 - Visão parcial da linha de balanço detalhada

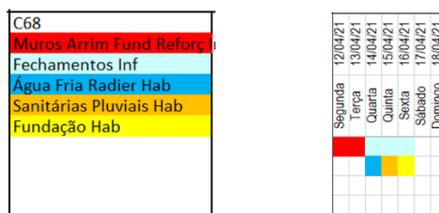


Fonte: o autor, 2021.

A ferramenta que gera a linha de balanço e o mapa de planejamento semanal foi desenvolvida em função da necessidade da gerenciadora regional otimizar a sequência das atividades a serem realizadas no canteiro de obra. As planilhas funcionam de forma integrada possibilitando uma análise simultânea no tempo e no espaço das atividades programadas para cada semana de planejamento em cada área de trabalho. Para navegar entre os relatórios, basta selecionar a área de trabalho e a semana em qualquer um deles e acionar o botão correspondente a navegação para fazer a transição entre as planilhas.

Na figura 4-49 pode-se verificar a forma de visualização das informações a respeito das atividades programadas para a área de trabalho Casa 68 para a semana de planejamento 10. No mapa de planejamento podemos verificar a descrição das atividades e uma sequência estimada de execução. Na linha de balanço podemos ver a programação das atividades dia a dia, conseguindo identificar de forma rápida as atividades que deverão ser executadas em paralelo.

Figura 4-49 - Detalhe do mapa de planejamento semanal e da linha de balanço para as atividades programadas para a Casa 68 na semana 10, dados reais.



Fonte: o autor, 2021.

Os exemplos demonstram as possibilidades de geração de relatórios a partir da técnica do CPM em conjunto com o sistema de localização e Zonas de Trabalho do 1º, 2º e 3º em níveis hierárquicos propostos por Vargas (2018). A partir da utilização de um único sistema de localização para todas as fases do projeto é possível sistematizar e automatizar a geração dos relatórios. Estes relatórios contêm as informações detalhadas sobre o andamento do projeto, possibilitando a análise da obra a partir da perspectiva das disciplinas, dos ambientes ou pelo detalhamento da execução das disciplinas em cada ambiente.

#### 4.4.8 Objetivos alcançados na etapa Avaliação

Nesta etapa foi realizada a validação da ferramenta. A avaliação realizada a partir da análise da estrutura dos cronogramas bem como as informações disponibilizadas nas colunas customizadas, demonstrou a eficácia da ferramenta desenvolvido no VBA-Excel® em conjunto com o VBA-MS Project®, em atender as medidas de desempenho. A avaliação foi realizada com a utilização de dados fictícios e reais. Para a utilização da ferramenta com dados reais foi necessário aumentar o banco de dados, ampliar a sua capacidade de processamento e implementar filtros nas matrizes e DSMs.

O uso confirmou a sua capacidade de demonstrar de forma objetiva os procedimentos e critérios a serem considerados durante a subdivisão do projeto em áreas de trabalho e orientar

a geração do cronograma de obra. Além disso demonstrou que as funcionalidades implementadas na ferramenta conseguem elaborar as informações necessárias ao atendimento das necessidades e os requisitos dos clientes e dos gestores da gerenciadora. Os exemplos apresentados neste estudo demonstram alguns relatórios que podem ser desenvolvidos a partir da estrutura do cronograma e das informações armazenadas nas colunas customizadas. Muitos outros podem ser desenvolvidos a partir da capacidade do cronograma totalizar informações por ambiente, por disciplinas ou até mesmos pelo cruzamento destas informações para obtenção de análises detalhadas do andamento da obra.

Contudo a verificação da utilidade e facilidade de uso dos fluxogramas ficou restrita a análise da processos que compõem os fluxogramas realizada por alguns gerentes de contrato da gerenciadora. Será necessário a utilização dos fluxogramas como roteiro na coleta e análise das informações que serão utilizadas como base na elaboração dos cronogramas de obras de novos projetos para a avaliação.

Resultados alcançados nesta etapa: (i) a confirmação da capacidade da ferramenta elaborar o cronograma com a mesma estrutura e colunas customizadas utilizadas pela gerenciadora; (ii) a avaliação e validação da ferramenta com o uso de dados fictícios; (iii) a avaliação e validação da ferramenta com o uso de dados reais.

Embora a ferramenta tenha sido testada uma única vez com dados fictícios e tenha sido utilizada em apenas uma obra real, entende-se que o estudo desenvolvido atingiu os objetivos propostos em função das características da obra como a quantidade de áreas de trabalho e disciplinas a serem consideradas. O cronograma elaborado com dados reais resultou em um cronograma de aproximadamente 14400 linhas, quando foi possível verificar se a estrutura estava correta e se as colunas customizadas haviam sido preenchidas com as informações necessárias a elaboração dos indicadores de desempenho.

#### 4.5 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

As implicações práticas podem ser divididas em dois blocos: pela perspectiva de entrega das informações solicitadas pelo cliente e pela perspectiva de organização interna da gerenciadora e dos requisitos tecnológicos para gerar estas informações.

Sob a perspectiva de entrega das informações solicitadas pelo cliente, os gestores devem elaborar um cronograma com o grau de detalhamento que atenda suas necessidades quanto aos relatórios e indicadores solicitados para todas as fases da obra.

Normalmente ao final da obra, quando os prazos para as entregas começam a ficar pequenos e algumas dificuldades na execução das atividades já foram identificados, o cliente passa a exigir um cronograma mais detalhado. O objetivo é conseguir ter uma visão mais precisa sobre o andamento das atividades relacionadas aos ambientes que devem ser entregues além de possibilitar uma melhor compreensão do avanço geral da obra.

Caso o cronograma não tenha sido inicialmente elaborado de forma detalhada, ele deverá ser significativamente alterado. Inevitavelmente os percentuais de conclusão serão alterados, geralmente para valores menores. Ao detalhar apenas as atividades finais da obra ocorre o aumento no número de atividades não executadas em relação às atividades já finalizadas. Ao aumentar do total de trabalho não executado acarreta a diminuição do avanço total medido. Este fato pode gerar frustração para os clientes e investidores. Nestes casos, a gerenciadora deverá justificar de forma consistente estas alterações, normalmente em uma reunião tensa na qual precisará explicar de maneira convincente a alteração dos percentuais apurados, sob o risco de ver sua credibilidade afetada.

Refazer o cronograma próximo à entrega da obra demonstra a falta preparo e o desconhecimento das necessidades de controle nas etapas finais, além de gerar uma grande perda de tempo, principalmente quando os esforços deveriam estar focados no monitoramento, controle e resolução de problemas. Além disso, um cronograma bem detalhado e estruturado por ambientes possibilita elaborar de forma muito rápida a lista de verificação de entrega dos ambientes para o cliente.

Sob a perspectiva de organização interna da gerenciadora para entregar as informações solicitadas, nota-se que os processos e procedimentos propostos não exigem uma tecnologia muito avançada ou equipamentos sofisticados. Ao contrário dos artigos estudados que propõem a geração de áreas de trabalho de forma automática a partir de tecnologia BIM e CAD 3D (KASSEM, DAWOOD, CHAVADA, 2015; MOON, KAMAT, KANG, 2014; GUO, 2002; SU, CAI, 2014; MIRZAEI, NASIRZADEH, JALAL, ZAMANI, 2018), os processos propostos podem ser executados a partir de projetos desenvolvidos em 2D com a utilização dos desenhos impressos. A gerenciadora utiliza os mesmos aplicativos que normalmente são utilizados pelas empresas de construção civil para a geração de suas planilhas de controle e cronogramas. Isto não significa que os processos e critérios não possam ser utilizados por empresas que usam tecnologia BIM, CAD 3D ou tecnologias mais avançadas, com o objetivo de usufruir dos benefícios proporcionados com a utilização de cronogramas estruturados por áreas menores para controle sobre as entregas de ambientes.

O estudo na gerenciadora demonstrou que, apesar de ter sido identificado vários procedimentos utilizados durante a divisão dos projetos de médio e grande porte em áreas menores, parece não haver uma clara preparação dos colaboradores pois estes não se recordavam do como fazer e do porquê fazer esta divisão.

A falta de estruturação e organização destas informações, em um roteiro a ser seguido, impossibilita a padronização dos procedimentos em um formato que seja de fácil compreensão e adoção. Como não há uma visão de processo durante a execução destas atividades não fica evidente a necessidade de organização destes com o objetivo de realizar o treinamento e capacitação das pessoas envolvidas na elaboração dos cronogramas de obra dificultando a utilização destas práticas de forma recorrente em projetos de grande porte.

#### 4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO ESTUDADO

A compreensão do método utilizado pela gerenciadora de obra foi obtido a partir dos mapeamentos das atividades executadas durante a elaboração de cronogramas de obras civis. Os mapeamentos produzidos neste trabalho, foram realizados à luz da literatura no que concerne as metodologias de planejamento de obras e a divisão do projeto em áreas de trabalho. A premissa subjacente é que este processo de subdivisão do projeto em áreas de trabalho permite gerar controles mais ajustados às demandas dos clientes e gestores internos da gerenciadora.

As informações organizadas nos mapeamentos realizados resultam no arcabouço contextual, a base sobre a qual é possível vir a se desenvolver uma ferramenta que oriente e facilite a estruturação dos cronogramas. O objetivo é que o cronograma elaborado a partir da ferramenta tenha a estrutura correta para a disponibilização das informações necessárias a geração dos relatórios de acompanhamento alinhados com as demandas de controle.

As entrevistas realizadas e a análise dos relatórios utilizados possibilitaram a identificação dos requisitos necessários para atender as expectativas dos clientes e da gerenciadora. A análise dos requisitos dos clientes e dos gerentes de contrato da gerenciadora, e as informações coletadas na entrevista semiestruturada, revelam a importância de estruturar os cronogramas de obra a partir da definição das áreas de trabalho, principalmente em relação as atividades desempenhadas pelos gerentes de contrato em campo. A fiscalização, medição do avanço e a gestão dos espaços da obra bem como a geração dos controles sobre a entrega dos ambientes são facilitadas pela estrutura do cronograma utilizado.

Normalmente os cronogramas de obra elaborados pelas construtoras são estruturados por disciplinas e tem como objetivo, além de realizar o planejamento e controle da obra, proporcionar o controle sobre as despesas e o fluxo de caixa. O que se pretende com a discussão trazida neste trabalho não é eliminar o controle por disciplina, mas aprimorar, incorporando o controle das entregas dos ambientes. A ideia foi elaborar um cronograma que inclua estes dois controles. Com uma estrutura baseada na subdivisão do projeto em áreas menores, estes cronogramas possibilitam aos clientes e investidores encontrar de forma rápida e objetiva as informações necessárias sobre o andamento das atividades nos ambientes que serão entregues, mesmos que estes sejam leigos em relação à construção civil.

O artefato foi elaborado para organizar os procedimentos e critérios mapeados na gerenciadora e gerar um roteiro com etapas conforme a lógica desenvolvida, mas executado empiricamente, de maneira esporádica e informal. A ideia inicial era elaborar um artefato para auxiliar na demonstração dos processos aos gestores de obra da gerenciadora. Contudo, o roteiro com as etapas foi desenvolvido no formato de uma ferramenta para atender uma necessidade prática que é a elaboração dos cronogramas com as informações necessárias para a geração dos relatórios de obra.

O Excel® foi escolhido por ser versátil e permitir o desenvolvimento da ferramenta a partir de várias modelos, até chegar em um formato compacto, onde todas as etapas do processo realizados pela gerenciadora fossem de fácil visualização, compreensão e uso. O layout da planilha foi desenhado para dividir as atividades de estruturação e vinculação das tarefas do cronograma. O seu uso é facilitado pelo roteiro a ser seguido dentro da sequência de atividades que devem ser realizadas e finalizadas para que a próxima etapa possa ser executada.

Apesar de não ter sido objetivo deste estudo, o artefato foi desenvolvido com a capacidade de gerar a matriz DSM para a vinculação as atividades da obra em vários níveis hierárquicos.

As DSMs são geradas à medida que o cronograma incorpora novas informações. A DSM Geral é elaborada com a visualização da vinculação de todas as tarefas programadas no cronograma. Esta DSM possibilita verificar simultaneamente as vinculações a partir de 4 abordagens distintas: (i) Entre as atividades de uma mesma área de trabalho; (II) Entre as atividades de áreas de trabalho diferentes; (iii) Entre as atividades da mesma disciplina; (iv) Entre atividades de disciplinas diferentes.

Estas análises são necessárias para verifica à consistência do cronograma com o objetivo da validar o caminho crítico gerado a partir da técnica do CPM. A verificação da consistência

do cronograma é uma atividade demorada e complexa que precisa ser realizada pela gerenciadora. Esta atividade pode ser realizada de forma mais simples e rápida a partir da utilização das DSMs geradas pelo artefato utilizado neste estudo.

A entrada da gerenciadora regional na fase final do estudo demonstrou que além do cronograma de obra, ela utiliza a linha de balanço como ferramenta gerencial para acompanhamento e controle das obras. Desta forma, para atender a necessidade desta gerenciadora, uma nova planilha foi elaborada para gerar a linha de balanço a partir do cronograma estruturado por áreas de trabalho subdivididas por disciplinas.

Durante o desenvolvimento da ferramenta a ser utilizada na elaboração da linha de balanço surgiu a oportunidade de implementar de forma efetiva o relatório Plano de Montagem Semanal. Este relatório já havia sido utilizado pela gerenciadora nacional em algumas obras de grande porte, conforme evidências coletadas. Desta forma esta planilha passou a gerar dois relatórios distintos, uma nova planilha com as linhas de balanço detalhado e outra planilha com os mapas que contêm o planejamento semanal por área de trabalho, conforme já demonstrado anteriormente. As planilhas trabalham de forma integrada possibilitando verificar as atividades programadas para todas as semanas de planejamento. Esta capacidade foi utilizada para verificar a eficiência e eficácia do artefato elaborar o cronograma com a estrutura correta para a geração das informações solicitadas pelo cliente e pela gerenciadora.

Embora este estudo tenha sido desenvolvido com base em um caso único, entende-se que foi alcançado o objetivo de descrição dos procedimentos e critérios utilizados na elaboração de cronogramas de obras civis pela perspectiva de profissionais de uma gerenciadora de obras civis, que tem destaque no cenário nacional. Considera-se que, a partir deste esforço, seja possível avançar na proposição de ferramentas, mecanismos ou práticas para a geração dos cronogramas de obras, que facilitem entregar relatórios solicitados pelos investidores e clientes das gerenciadoras.

#### 4.7 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

A contribuição deste trabalho é o desenvolvimento do artefato, que inclui os fluxogramas completos elaborados no aplicativo Excel®, os quais foram organizados no formato *Swim Lanes*® e desenhados no software *Bizagi*®. Estes fluxogramas contêm vários processos que podem ser considerados na elaboração dos cronogramas de obra, bem como para

a definição das áreas de trabalho. Os fluxogramas identificam os intervenientes de cada procedimentos e critérios mapeados e demonstra as relações de dependência entre eles.

Inclui também a demonstração da estrutura, forma de funcionamento e as etapas realizadas para o desenvolvimento da ferramenta implementada no aplicativo VBA-Excel® e VBA-MS Project®, utilizada para a validação do artefato. A ferramenta apresenta algumas soluções para problemas específicos em relação a estruturação dos cronogramas e organização das informações para elaboração de indicadores de desempenho por ambientes e disciplinas. A partir do detalhamento de todas as etapas para o desenvolvimento da ferramenta, outras empresas poderão desenvolver as suas conforme suas necessidades.

A demonstração do uso da ferramenta possibilita verificar na prática a aplicação do método utilizado pela gerenciadora para a geração dos cronogramas de obras. A partir destas informações outras empresas envolvidas com a construção civil poderão verificar suas práticas e identificar processos, procedimentos e critérios que possam ser incorporados a suas rotinas.

## 5 DISCUSSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

O produto principal deste trabalho é um método que visa solucionar problemas práticos que estão relacionados ao planejamento e controle da obra, especificamente na geração do cronograma de obra, com o objetivo de realizar o controle sobre a execução e entrega das disciplinas e dos ambientes, bem como a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes.

Entende-se que o método de trabalho escolhido *Design Science Research* demonstrou ser adequado para o desenvolvimento do artefato proposto neste estudo. Visando responder à questão “como estruturar os cronogramas de obra para possibilitar a geração de indicadores de desempenho por disciplinas e por ambientes simultaneamente para toda as fases da obra de forma a entregar as informações solicitadas pelos clientes?” o objetivo foi alcançado ao propor e desenvolver um artefato a ser utilizada no campo de aplicação para solucionar um problema em ambiente de gerenciadora de obras civis.

Entende-se também que foi alcançado o objetivo de organizar os processos e procedimentos utilizados para a identificação prévia de fatores que podem impactar no andamento da obra. Os fluxogramas elaborados no formato Swim Lanes®, desenhado no software Bizagi® descrevem de forma detalhada os processos que já foram executados dentro da gerenciadora para alcançar este objetivo.

O objetivo de propor um processo e ser seguido ´para definir as áreas de trabalho a serem consideradas na elaboração dos cronogramas de obra também foi alcançado. O fluxograma determinação das áreas de trabalho e a ferramenta a desenvolvido no VBA-Excel® em conjunto com o VBA-MS Project® demonstram de forma objetiva os procedimentos e critérios a serem considerados durante a subdivisão do projeto em áreas de trabalho a serem utilizadas durante a elaboração do cronograma base.

Entende-se também que foi alcançado o objetivo de propor um processo e ser seguido ´para subdividir o projeto em unidades menores para realizar a gestão da ocupação dos espaços durante todas as fases da obra. O fluxograma resumido Sequência de Subdivisão e Estruturação do Cronograma de Obra (SSECO) em conjunto com a ferramenta demonstram de forma objetiva os procedimentos a serem seguidos para subdividir o projeto em unidades menores.

Reforça-se que a ferramenta foi inicialmente desenvolvida para atender a gerenciadora nacional, na qual os projetos têm como característica serem obras rápidas, com poucas áreas de trabalho, com grande quantidade de tarefas e pouca dependência entre atividades realizadas em outros ambientes. Contudo, os projetos que a gerenciadora regional atende tem como característica serem obras com muitas áreas de trabalho, com uma grande quantidade de disciplinas e uma grande dependência entre as tarefas realizadas em outros ambientes.

A entrada da gerenciadora regional trouxe novas demandas em função das características das obras atendidas, as quais em sua maioria são diferentes das identificadas na gerenciadora nacional que participou das etapas iniciais deste estudo. Assim a ferramenta foi aprimorada para ser utilizada em qualquer tipo de obra que se deseje ter um controle por ambientes e por disciplinas ao mesmo tempo.

Desta forma, entende-se que seja possível fazer generalização, visto que o campo de aplicação é muito específico e o trabalho realizado em gerenciadoras de obras bastante semelhante. Os requisitos de acompanhamento de obras civis pela perspectiva tanto dos engenheiros responsáveis nas gerenciadoras quanto pelos clientes costumam se assemelhar aos que foram identificadas na Etapa 1 – Conscientização. Além disso, esta etapa permitiu verificar quais os procedimentos e critérios devem ser considerados durante o desenvolvimento de cronogramas de obra baseados em localização. Os benefícios gerados nesta etapa da pesquisa incluem: (i) compreender o processo de elaboração de cronogramas de obras em uma gerenciadora de obras civis; (ii) mapear e identificar os procedimentos e critérios utilizados durante a elaboração dos cronogramas de obra realizada por gerenciadoras; (iii) identificar a metodologia de programação de projeto adotada para estruturação dos cronogramas; (iv) identificar o modelo de totalização dos avanços que a gerenciadora utiliza para gerenciar as obras; (v) identificar os requisitos necessários para atender as expectativas dos clientes e da gerenciadora. Entende-se que o esforço de entender o método utilizado pela gerenciadora nacional trouxe maior clareza sobre como ocorre o processo de elaboração de cronogramas de obras civis, num nível de detalhamento não verificado na literatura consultada. Considerando-se a complexidade destes tipos de cronogramas, esta é uma contribuição valiosa para estudantes e profissionais da área.

O estudo também revelou por meio da Etapa 2 – Sugestão, algumas particularidades dos processos desenvolvidos. Revelou a falta de padronização e capacitação de pessoal que é típica de escritórios. Muitas vezes a rotina acelerada dos profissionais, o senso de urgência e até mesmo a rotatividade de pessoal, dificulta manter equipes alinhadas e procedimentos

padronizados. O estudo revelou que, embora já tivessem sido usados pelos profissionais, os procedimentos e critérios de divisão de área de trabalho na elaboração de cronogramas, mesmo que trouxessem benefícios, não tinham sido plenamente apropriados pelos gerentes de contrato e não estavam formalizados/consolidados na gerenciadora. Os benefícios alcançados com esta etapa da pesquisa foram: (i) definir a forma de organizar e demonstrar as informações referente aos procedimentos e critérios utilizados durante a elaboração de cronograma realizado na gerenciadora; (ii) desenvolver um artefato para orientar a elaboração dos cronogramas de obra de forma objetiva e simplificada; (iii) definir as medidas de desempenho para avaliar o artefato.

A Etapa 3 – Desenvolvimento, possibilitou organizar as informações obtidas com o mapeamento dos procedimentos e critérios realizados na gerenciadora em um método que foi consolidado na forma de um artefato a ser utilizado no campo de aplicação para a geração dos cronogramas de obra. Nesta etapa os resultados alcançados foram: (i) desenvolver uma ferramenta a ser utilizado no campo de aplicação para a geração dos indicadores de obra; (ii) demonstrar o processo de desenvolvimento desta ferramenta; (iii) organizar os processos e procedimentos utilizados para a identificação prévia de fatores que podem impactar no andamento da obra.

A Etapa 4 – Avaliação, possibilitou avaliar e validar a utilização da ferramenta no campo de aplicação. Os resultados alcançados foram: (i) confirmar a capacidade da ferramenta de elaborar o cronograma com a mesma estrutura e colunas customizadas utilizadas pela gerenciadora; (ii) avaliar e validar a ferramenta com o uso de dados fictícios; (iii) avaliar e validar a ferramenta com o uso de dados reais.

O desenvolvimento deste estudo foi diretamente impactado pela pandemia do Covid-19. A paralização de novos projetos comerciais e industriais junto a gerenciadora nacional impossibilitava a utilização e validação da ferramenta no campo de aplicação. As obras em andamento foram paralisadas e os projetos novos cancelados. Desta forma não foi possível testar a ferramenta com dados reais durante o ano de 2020. Em 2021 foi contatada uma nova gerenciadora regional que atende obras comerciais e residenciais a qual demonstrou interesse em utilizar a ferramenta com os dados reais da obra a ser executada. Contudo a ferramenta não havia sido dimensionada para obra com estas características, desta forma foi necessário refazer a estrutura interna e redimensionar as matrizes, DSMs e banco de dados. Algumas funcionalidades precisaram ser implementadas no banco de dados, nas matrizes e DSMs, em função do aumento no número de informações a ser manipulado. O objetivo foi manter a

ferramenta funcional permitindo elaborar os cronogramas de forma rápida, mesmo com o aumento de dados a ser armazenado e processado.

Além do impacto causado neste estudo o aumento da recessão observadas nos últimos anos e a pandemia do Covid-19 tiveram reflexos significativos na gerenciadora nacional. Com a diminuição e cancelamento dos projetos industriais e comerciais de médio e grande porte, a gerenciadora precisou readequar seu quadro de colaboradores. A gerenciadora sempre prezou pela sua equipe, a qual demorou alguns anos para formar. Uma equipe madura e experiente, contudo, a falta de projetos acabou forçando o desligamento de alguns colaboradores de forma definitiva, outros passaram a trabalhar por projeto, diminuindo muito a interação entre eles.

Em março de 2020 o autor deste estudo foi desligado de forma definitiva da gerenciadora. Alguns gerentes de contrato bastante experientes também foram desligados neste período. A falta de consolidação do conhecimento na gerenciadora e a falta da apropriação dos procedimentos e critérios por parte dos gerentes de contrato poderá fazer com que muitas práticas sejam perdidas ao longo do tempo. Os gerentes de contrato e coordenadores novos ou os que não gerenciaram as obras em que o cronograma foi elaborado a partir da divisão do projeto em áreas de trabalho provavelmente não terão acesso a este conhecimento.

Em função da base da gerenciadora ser em São Paulo e os custos relacionados impediu a interação com as pessoas da equipe que continuaram trabalhando, bem como o acesso as obras e documentos. Também não foi possível utilizar a ferramenta com dados reais no campo de aplicação.

Estes fatos demonstram a importância de haver sido consolidado os procedimentos e critérios no formato *Swim Lanes*®, desenhados no software *Bizagi*®, com a identificação dos intervenientes de cada procedimento, bem como o desenvolvimento da ferramenta que segue os processos mapeados. Espera-se que ao formalizar, estes conhecimentos possam ser disseminados e utilizados sistematicamente e deliberadamente em obras de médio e grande porte.

A gerenciadora regional demonstrou um grande interesse em aplicar este conhecimento e colaborar no aprimoramento da ferramenta a partir de sua utilização nas suas obras. A utilização da ferramenta para geração dos cronogramas de obra em conjunto com a nova ferramenta desenvolvida para gerar as linhas de balanço e o mapa de planejamento semanal possibilitará o aprimoramento dos processos como um todo.

Entende-se que os objetivos traçados para este estudo foram alcançados, contudo novos estudos relacionados ao uso integrado de Matrizes e DSMs para geração de cronograma de obra podem ser realizadas com a ferramenta desenvolvido neste trabalho. Este novo estudo

possibilitara validar esta abordagem e demonstrar os ganhos relacionados ao uso da técnica desenvolvida, principalmente o uso das DSMs para a realização da vinculação das tarefas.

Várias obras de médio e grande porte coordenadas pela gerenciadora nacional são controladas a partir da utilização de cronogramas estruturado por locais. Nestas obras, as atividades têm como principal característica o fato de serem não repetitivas, executadas em locais não repetitivos. O estudo da aplicação desta forma de planejamento em obras onde as atividades possuem essas características é escasso na literatura (SLOBODZIAN, GRANJA, 2019), contudo não foi a intenção deste trabalho analisar este tipo obra.

## 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização do estudo pode-se perceber que cinco fatores foram determinantes para o aprimoramento dos cronogramas de obra na gerenciadora nacional.

O primeiro fator foi a necessidade de coordenar uma grande quantidade de tarefas não repetitivas executadas em vários locais, realizadas por várias empresas diferentes, em função do empreiteiro principal da obra não coordenar as atividades dos empreiteiros.

O segundo fator foi a estratégia de utilizar apenas duas planilhas para elaborar os cronogramas de obra de todos os clientes. O objetivo era concentrar a elaboração apenas nestas 2 planilhas para não perder os relatórios desenvolvidos nos vários projetos em andamento, os quais muitas vezes ficaram salvo somente em uma planilha de uma obra específica. Muitos dos relatórios desenvolvidos durante este período já haviam sido utilizados, mas ninguém conseguia lembrar em qual obra ou mesmo em qual planilha estes haviam sido desenvolvidos e salvos.

O terceiro fator foi gerenciar obras de grande porte contratadas por empresas multinacionais. Normalmente as obras contratadas por essas empresas são grandes e complexas em que o valor investido é alto, como fábricas e shoppings. Estas empresas possuem um departamento de engenharia bem estruturado e muitas vezes com profissionais com bastante conhecimento em planejamento e controle de obra. Desta forma estas empresas já possuem um padrão de relatório que contêm seus modelos de relatórios com os indicadores de desempenho que devem ser fornecidos pelas gerenciadoras.

O quarto fator foi a estratégia de gerar todos os relatórios disponíveis na planilha para as obras que necessitassem controle por ambientes e também por disciplinas. A gerenciadora ao demonstrar os relatórios que poderiam ser disponibilizados para o controle da obra aos clientes, oportunizava que estes solicitem a inclusão de algum indicador novo em função das

suas necessidades de controle da obra. Em função das novas demandas apresentadas pelo cliente, em conjunto com a estratégia de utilizar apenas 2 planilhas, era necessário aprimorar as planilhas constantemente, bem como desenvolver um método de estruturação dos cronogramas de forma a disponibilizar as informações necessárias para a elaboração dos relatórios novos e antigos.

O quinto fator foi a elaboração automática dos relatórios. Estes relatórios possibilitam verificar o desempenho da obra a partir de várias perspectivas utilizando abordagens diferentes como analisar o desempenho em função das áreas de trabalho ou analisar o desempenho em função das disciplinas. A análise destes relatórios nas primeiras semanas de planejamento possibilita verificar as inconsistências na estrutura do cronograma de forma rápida. Desta forma o cronograma pode ser corrigido e ajustado antes que estes problemas possam impactar na programação das tarefas da obra.

Estas inconsistências muitas vezes eram recorrentes e aconteciam mesmo com o conhecimento e experiência dos gerentes de contrato e do gerente de planejamento. Assim, a gerenciadora procurou desenvolver um método, mesmo que não formalizado, para a elaboração dos cronogramas de obra com o objetivo de evitar que estes problemas ocorressem.

A elaboração do cronograma deveria ser executada a partir da identificação do maior número de fatores que poderiam impactar no andamento da obra. O objetivo é minimizar a necessidade de realizar reprogramações durante a execução da obra em função de algum fator não identificado previamente. A reprogramação do cronograma durante a execução da obra, por algum fator conhecido, o qual poderia ou devia ter sido considerado, pode impactar a credibilidade da gerenciadora junto ao cliente, bem como junto as empresas contratadas para executar a obra.

Na busca de uma solução para suas dificuldades, de forma empírica a gerenciadora procurou associar as vantagens da técnica do CPM em conjunto com o sistema de gerenciamento baseado em localização *Location-Based Management System* (LBMS) para atender as necessidades dos gerentes de contrato e disponibilizar as informações solicitadas pelo cliente. Isto fica evidente quando passou a estruturar os cronogramas a partir da determinação da áreas de trabalho fazendo com que as tarefas de todas as disciplinas sejam subtarefas destas áreas de trabalho.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

- AKINCI, B.; FISCHER, M.; KUNZ, J. Automated generation of workspaces required by construction activities. **Journal of Construction Engineering and Management-Asce**, v. 128, n. 4, p. 306-315, Jul-Aug 2002. ISSN 0733-9364. Disponível: Go to ISI>://WOS:000177062900004.
- BROWNING, T. Design Structure Matrix Extensions and Innovations: A Survey and New Opportunities. **IEEE Transactions on Engineering Management**. 63(1), 2016.
- CHUA, D. K. H., M. ASCE; GODINOT, M. Use of a WBS Matrix to Improve Interface Management in Projects. **Constr. Eng. Manage**, 2006, 132(1): 67-79
- CHOO, H. Y., TOMMELEIN, I. D., BALLARD, G., AND ZABELLE, T. R. "WorkPlan: Constraint-based database for work package scheduling." **J. Constr. Eng. Manage.**, 125~3!, 151-160. 1999.
- EPPINGER, S. D. & BROWNING, T. R. (2012). **Design Structure Matrix Methods and Applications**. The MIT Press, 2012.
- GIAMMALVO, P. D. **Is project management a profession? If yes, where does it fit and if not what is it?**. PhD Thesis, ESC Lille – Lille School of Management, 2007.
- GIRARDI, D. M. (1999). **A importância da terceirização nas organizações**. *Revista de Ciências da Comunicação*, 1(1), 23-31.
- GRILO, L.M.; MELHADO, S.B. Novas formas de contratação e organização dos empreendimentos no segmento de construção de edifícios para terceiros, **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. IX ENTAC**, Foz do Iguaçu, 2002
- GUO, S. J. Identification and resolution of workspace conflicts in building construction. **Journal of Construction Engineering and Management-Asce**, v. 128, n. 4, p. 287-295, Jul-Aug 2002. ISSN 0733-9364. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000177062900002 >.
- HASSANEIN, A., MOSELHI, O. Planning and Scheduling Highway Construction. **J. Constr. Eng. Manage**. 2004, 130(5): 638-646
- HENDRICKSON, C. **Project management for construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders**. Pittsburgh, 1998.
- JUNG, Y. AND WOO, S. (2004). Flexible work breakdown structure for integrated cost and schedule control. **Journal of Construction Engineering and Management**, 130(5), 616-625. 2004.
- JUNG, Y. AND KANG, S. (2007). Knowledge-based standard progress measurement for integrated cost and schedule performance control. **Journal of Construction Engineering and Management**, 133(1), 10-21. 2007.

KASSEM, M.; DAWOOD, N.; CHAVADA, R. Construction workspace management within an Industry Foundation Class-Compliant 4D tool. **Automation in Construction**, v. 52, p. 42-58, Apr 2015. ISSN 0926-5805. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000353077600004 >.

KENLEY, R. (2005) “Dispelling the complexity myth: founding lean construction on location-based planning.” Proc. **13th Annual Conf. Of the Intl. Group on Lean Construction (IGLC 13)**, Sydney, Australia, July 19-21, 2005.

KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. Location-based management of construction projects: Part of a new typology for project scheduling methodologies. **Proceedings-Winter Simulation Conference, 2009**.

LACERDA, D. P. et al Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos. v. 20, n. 4, p. 741-761, nov. 2013.

LEE, H., YI, K. J. Application of Mathematical Matrix to Integrate Project Schedule and Cost. **J. Constr. Eng. Manage.**, 1999, 125(5): 339-346. 1999.

LI, D. S.; LU, M. Automated Generation of Work Breakdown Structure and Project Network Model for Earthworks Project Planning: A Flow Network-Based Optimization Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 1, p. 17, Jan 2017. ISSN 0733-9364. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000396472100008 >.

LUCKO, G. (2007). “Computational analysis of linear and repetitive construction project schedules with singularity functions.” Proc., 2007 Int. **Workshop on Computing in Civil Engineering**, L. Soibelman and B. Akinci, eds., ASCE, Reston, VA, 9–17.

MALLASI, Z. 2006. Dynamic quantification and analysis of the construction workspace congestion utilising 4D visualisation. **Autom. Constr.** 15 (5): 640–655. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2005.08.005>. 2006.

MANSON, N. J. **Is operations research really research?** Orion, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006. <http://dx.doi.org/10.5784/22-2-40>

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

MELEIRO, L.P. Atuação das Gerenciadoras em Obras de Construção Civil Em Usinas de Açúcar E Álcool. **Tekhne e Logos**. Botucatu, SP, v.5, n.1, Abril - Julho, 2014.

MIRZAEI, A., NASIRZADEH, F., JALAL P. M., ZAMANI Y. 4D-BIM dynamic time–space conflict detection and quantification system for building construction projects. **J. Constr. Eng. Manag.**, 144 (7) (2018), 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001504

MOON, H.; KAMAT, V. R.; KANG, L. Grid Cell-based Algorithm for Workspace Overlapping Analysis Considering Multiple Allocations of Construction Resources. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 13, n. 2, p. 341-348, May 2014. ISSN 1346-7581. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000336793200011 >.

NOVAIS, I. F., JORGE, E. M. F., JUNIOR, C. P. C., & SOUZA D. R. (2011). Gerenciamento de projeto otimista (GPO): Um método que integra PERT/COM à CCPM. **Revista de Gestão de Projeto**, São Paulo, 2(2) 150-165. 2011

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D. **Integração de Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para Empreendimentos da Construção Civil**. Tese: (Doutorado em Engenharia Civil) Programa de pós-graduação faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100073>

PRADO, D. S. **Planejamento e Controle de Projetos**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 2004.

PMI. Project Management Institute: **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (PMBOK)**, 2017.

PMI. Project Management Institute: **Construction Extension to the PMBOK® Guide**. 2019

SAID, H. M. M.; LUCKO, G. Float Types in Construction Spatial Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 12, p. 12, Dec 2016. ISSN 0733-9364. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000388622900015 >.

SHAKED, O., WARSZAWSKI, A. Knowledge-based system for construction planning of high-rise buildings. **Journal of Construction Engineering and Management**, 121 (2) (1995), pp. 172-182. 1995

SILVA JÚNIOR, A. D. S. S.; SANTOS, C. T. A Gestão de Cronograma em Empresas de Engenharia Civil: Um Estudo sobre os Fatores Determinantes. **Revista de Gestão e Projetos-GeP**, v. 6, n. 1, p. 111-124, 2015.

SCHWEDER, Gilberto Ricardo; LIMA JUNIOR, João da Rocha. A contratação do gerenciamento na construção civil: uma abordagem sistêmica, **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia da Construção Civil. São Paulo. 1992

SLOBODZIAN, J.; GRANJA, A.D. Planejamento baseado em locais em atividades e locais com características de não repetitividade. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 11., 2019, Londrina. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/469>

SU, X.; CAI, H. B. Life Cycle Approach to Construction Workspace Modeling and Planning. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 12, 2014. ISSN 0733-9364. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000340185100002 >.

SU, Y.; ISAAC, S.; LUCKO, G. Integrated Temporal-Spatial Model for Construction Plans with Boolean Logic Operators. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 4, p. 15, Apr 2018. ISSN 0733-9364. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000425611700003 >.

THOMAS, H. R., AND ELLIS, R. D., JR. “Contractor prebid planning principles.” **J. Constr. Eng. Manage.**, 10.1061/(ASCE)0733-9364 (2007)133:8(542), 542–552, 2007.

VALENTE, C. P. et al. Guidelines for Developing a Line of Balance for Non-Repetitive Areas (Common Areas) at a Vertical Residential Building. In: **Annual Conference International Group for Lean Construction**, 22., Oslo, 2014. Proceedings... Oslo, 2014. p. 763-774.

VARGAS, F., B. **Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho e BIM** / Fabrício Berger de Vargas. -- 2018. 179 f. Orientador: Carlos Torres Formoso. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: construção e infraestrutura, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

WINCH, G. M.; NORTH, S. Critical space analysis. **Journal of Construction Engineering and Management-Asce**, v. 132, n. 5, p. 473-481, May 2006. ISSN 0733-9364. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000237032100005 >.