UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PLANEJAMENTO DE EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM MARINGÁ: ESTUDO DE CASO

FABBIO GONZALEZ CORREIA GOMES

MARINGÁ – PR
2018

FABBIO GONZALEZ CORREIA GOMES

PLANEJAMENTO DE EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM MARINGÁ: ESTUDO DE CASO

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues.

MARINGÁ – PR

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

FABBIO GONZALEZ CORREIA GOMES

PLANEJAMENTO DE EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM MARINGÁ: ESTUDO DE CASO

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues.

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues – Unicesumar

_____

Prof. Esp. Elvis Antonio Gaitarosso – Unicesumar

_____

Prof. Me. Ronan Yuzo Takeda Violin – Unicesumar

PLANEJAMENTO DE EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM MARINGÁ: ESTUDO DE CASO

Fabbio Gonzalez Correia Gomes

RESUMO

A construção civil no Brasil movimenta bilhões de reais todos os anos e é considerado um dos principais motores de sua economia. Entretanto, apesar da importância estratégica e do elevado déficit habitacional do país, este setor apresenta alta taxa de desperdícios e ineficiência, o que acarreta em elevados custos de produção e na incapacidade de cumprir prazos. O presente trabalho tem por objetivo fazer uma breve introdução da importância do planejamento de obras na construção civil como ferramenta para melhorar a produtividade do setor, e descrever resumidamente os principais passos para a correta elaboração do planejamento inicial de uma obra. Na sequência, uma edificação comercial térrea com mezanino é apresentada como estudo de caso para a elaboração do planejamento inicial de obra seguindo o passo a passo inicialmente proposto. A cada etapa do planejamento, os dados obtidos são mostrados, culminando com o cronograma da obra. Por fim, os resultados obtidos são avaliados, concluindo-se que o cronograma gerado é considerado longo devido ao uso de equipes básicas para cada tarefa, sugerindo-se aumentar estas equipes para atender às expectativas de prazo do cliente.

Palavras-chave: Construção. Cronograma. Produtividade.

COMERCIAL BUILDING PLANNING IN MARINGÁ: CASE STUDY

ABSTRACT

The construction industry in Brazil moves billions of reais every year and is considered one of the main engines of its economy. However, despite the strategic importance and high housing deficit of the country, it presents a high rate of waste and inefficiency, which results in high production costs and the inability to meet deadlines. The present work aims to make a brief introduction of the importance of planning works in the construction industry in order to improve the sector's productivity, and briefly describe the main steps for the correct elaboration of the initial planning of a work. Subsequently, a commercial building with mezzanine is presented as a case study for the elaboration of an initial planning of works according to the initially proposed step-by-step. At each stage of the planning, the data obtained are shown, culminating in the work schedule. Finally, the results obtained are evaluated, concluding that the schedule generated is considered long due to the use of basic teams for each task, so and increase of these teams is suggested in order to meet the client's expectations.

Keywords: Construction. Schedule. Productivity

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada um setor estratégico para o desenvolvimento econômico e social de um país. De acordo com a Pesquisa Anual da Indústria da Construção - PAIC realizada pelo IBGE, em 2016 a atividade na área totalizou R$318,7 bilhões em incorporações, obras e serviços da construção (IBGE, 2018).

Em paralelo, o mesmo setor é conhecido no Brasil por apresentar elevado desperdício de materiais e de tempo de mão de obra, bem como rotineiros atrasos na entrega, o que inevitavelmente se traduz em maior custo final do produto. Segundo PINTO (apud GROHMANN, 1998, p. 3-4), é difícil obter dados confiáveis quanto ao desperdício, mas estima-se que os acréscimos nos custos advindos deste no Brasil possam chegar a alarmantes 30%.

Neste cenário de ineficiência, múltiplas variáveis e elevada incerteza, somado ao constante aumento das exigências quanto à qualidade e confiabilidade das edificações e crescente concorrência, a capacidade de gerenciamento de materiais e mão de obra de forma eficiente torna-se imprescindível para obter êxito no setor (SILVA, 2006).

Desta forma, o planejamento de obras aparece como uma ferramenta de fundamental importância, pois viabiliza esse gerenciamento e permite minimizar os riscos do processo construtivo, auxiliando os gestores a tomarem decisões acertadas que viabilizarão o cumprimento dos prazos e orçamentos dos empreendimentos, reduzindo desperdícios e custos e viabilizando seu sucesso.

O presente artigo tem por objetivo descrever brevemente o processo de planejamento de uma obra, destacando seus principais componentes, e apresentar através de um estudo de caso o planejamento inicial de obra de uma edificação comercial com mezanino a ser construída na cidade de Maringá, utilizando como ferramenta de apoio o software Microsoft-Project® 2013.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 PLANEJAMENTO DE OBRAS

"Pode-se definir planejamento como um processo por meio do qual se estabelecem objetivos, discutem-se expectativas de ocorrências de situações previstas, veiculam-se

informações e comunicam-se resultados pretendidos entre pessoas, entre unidades de trabalho, entre departamentos de uma empresa e, mesmo, entre empresas" (LIMMER, 2015).

Verificamos facilmente que as características do processo descrito acima representam a realidade enfrentada durante a construção de uma edificação, uma vez que esta envolverá o trabalho de diversos profissionais diferentes, cada um especialista em determinada área, a troca constante de informações e documentos através de diferentes empresas, pessoas e instituições, e sobretudo a necessidade do cumprimento de prazos, especificações e orçamentos.

Este elevado nível de complexidade e iteração dos múltiplos fatores presentes na construção civil justificam a importância do planejamento na realização de tais projetos. Nas palavras de ACKOFF (apud LIMMER, 2015, p. 15), "o planejamento é necessário quando a consecução do estado futuro que desejamos envolve um conjunto de decisões interdependentes, isto é, um sistema de decisões".

Não obstante, sabemos que a construção de uma edificação não é um projeto imutável. Ao contrário, está sujeito a alterações ao longo de todo o seu ciclo de implantação, o que corrobora para a necessidade de elaborar um plano inicial que servirá de guia e será atualizado à medida que as alterações necessárias ocorram. Segundo LIMMER (2015), "A execução de um projeto sofre mudanças contínuas ao longo de sua implantação, sendo necessário, para alcançar o objetivo maior mencionado, determinar uma diretriz de atuação que leve a esse objetivo. Essa diretriz é estabelecida através do planejamento do projeto".

Em linhas gerais, através da elaboração do planejamento de obra constrói-se um plano de trabalho, definindo quais recursos financeiros, humanos e materiais serão necessários, bem como a relação entre eles e o instante de tempo em que serão utilizados. Com esses dados, é possível determinar a duração da construção e, portanto, a data de término da obra. (PINHEIRO e CRIVELARO, 2014).

2.2 ROTEIRO DO PLANEJAMENTO DE OBRAS

De modo geral, a elaboração do planejamento de uma obra segue um roteiro bem definido, composto por passos sequenciais e lógicos que são basicamente os mesmos independentemente do tipo de edificação, seja uma residência térrea unifamiliar ou um aeroporto de grandes proporções.

De acordo com MATTOS (2010), o roteiro do planejamento contém os seguintes passos: identificação das atividades, definição das durações, definição da precedência,

montagem do diagrama de redes, identificação do caminho crítico e geração do cronograma e cálculo das folgas.

2.2.1 Identificação das atividades

Consiste no levantamento sistemático de todas as atividades necessárias para a realização da obra. É uma etapa trabalhosa e aparentemente simples, porém de fundamental importância uma vez que atividades esquecidas resultarão em um cronograma e planejamento inadequado e incompleto, o que pode implicar em falhas de execução, atrasos e aumento de custos.

Segundo MATTOS (2010), a maneira mais prática de identificar as atividades é através da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que a define como "uma estrutura hierárquica, em níveis, mediante a qual se decompõe a totalidade da obra em pacotes de trabalho progressivamente menores". Este desdobramento organizado permite uma lógica durante a enumeração das atividades, o que facilita a conferência e reduz o risco de esquecimento de alguma etapa.

2.2.2 Definição das durações

Para cada atividade levantada na etapa anterior (Estrutura Analítica do Projeto), é preciso estabelecer a quantidade de tempo necessário para sua completa realização. De maneira simplificada, podemos dividir as atividades entre aquelas que possuem prazos fixos para sua realização, como por exemplo a cura do concreto, e aquelas cujo prazo depende da quantidade de serviço, recursos disponíveis e da produtividade dos mesmos (MATTOS,2010). Podemos citar como exemplo nesse caso a execução das paredes de vedação de uma casa realizada por pedreiros.

A qualidade desta etapa está intimamente ligada ao conhecimento e experiência do planejador, bem como a quantidade e veracidade de dados de que ele dispõe sobre o local onde a obra será realizada, detalhamento de projetos e especificações, disponibilidade de mão e obra e em especial dos indicadores de produção deste efetivo. Segundo LIMMER (2015), "De grande importância é dispor o planejador de um banco de dados que lhe permita aferir a produtividade de suas equipes de execução para cada tipo de serviço".

2.2.3 Definição da precedência

Definir a precedência das atividades corresponde a determinar qual é a dependência entre elas, ou seja, verificar quais tarefas só podem ser iniciadas após a conclusão de uma tarefa predecessora. Tal verificação deve ser realizada para todas as atividades definidas na Estrutura Analítica do Projeto.

Segundo MATTOS (2010), para que o planejamento final faça sentido, é fundamental que a equipe de obra chegue a um consenso sobre a lógica construtiva, ou seja, o plano de ataque da obra, o relacionamento das atividades e a sequência de serviços mais coerente e exequível possível.

Desta forma, esta etapa também será grandemente influenciada pela experiência do engenheiro e sua coordenação e relacionamento com as diferentes equipes prestadoras de serviço, além é claro do tipo e complexidade da construção e das imposições de prazo e disponibilidade de recursos.

2.2.4 Montagem do diagrama de redes

O diagrama de redes é uma representação gráfica da sequência executiva das atividades do projeto, construído respeitando a lógica estabelecida para as mesmas através da definição das precedências.

Existem dois métodos comumente empregados na montagem do diagrama de redes: o método das flechas e o método dos blocos. Ambos são similares e permitem os cálculos necessários para obter a duração total do projeto. O método das setas representa cada atividade por uma seta, fazendo a ligação entre dois eventos, enquanto no método dos blocos cada atividade é representada por um bloco, que é ligado por setas indicando a dependência entre elas (LIMMER, 2015).

Para o estudo de caso abordado a frente, optou-se por utilizar o método dos blocos, já que é a representação adotada pelo software Microsoft Project, que foi a ferramenta utilizada na construção do respectivo planejamento.

2.2.5 Identificação do caminho crítico

Analisando o diagrama de redes, invariavelmente podemos identificar atividades que são rígidas em relação ao seu início e término sob a perspectiva do prazo total da obra, ou

seja, qualquer alteração em sua duração impactará proporcionalmente o tempo de duração de todo o projeto. Essas atividades são denominadas atividades críticas e a sequência delas é chamada de caminho crítico (PINHEIRO e CRIVELARO, 2014).

Partindo dessa definição, verificamos que o caminho crítico é a sequência de atividades de maior duração da obra, sem dispor de qualquer folga para início ou término. Essa relação direta entre o prazo do projeto e a duração das atividades do caminho crítico torna imprescindível a sua correta identificação, como destaca MATTOS (2010): "Identificar o caminho crítico e monitorar suas atividades componentes é uma das principais tarefas do planejador e da equipe gestora da obra".

2.2.6 Geração do cronograma e cálculo das folgas

Também chamado de cronograma físico ou gráfico de Gantt, o cronograma é um método gráfico de acompanhamento dos fluxos de um processo, em que cada atividade é indicada por uma barra horizontal, com seu início e término assinalados (PINHEIRO e CRIVELARO, 2014). A quantidade de atividades, sua sequência e duração variam de acordo com a obra e os recursos disponíveis para a execução do projeto.

Desta forma, o cronograma representa uma ferramenta fundamental para o acompanhamento da obra, permitindo a marcação de cada serviço realizado e a comparação com o planejamento inicial.

Conforme verificamos durante a identificação do caminho crítico, o planejamento conta com atividades críticas e atividades que possuem folga, ou seja, possuem mais tempo disponível para sua execução do que sua própria duração. À representação gráfica que ilustra o cronograma físico e destaca o caminho crítico bem como as folgas disponíveis de cada atividade dá-se o nome de Cronograma Integrado Gantt – PERT/CPM (MATTOS, 2010).

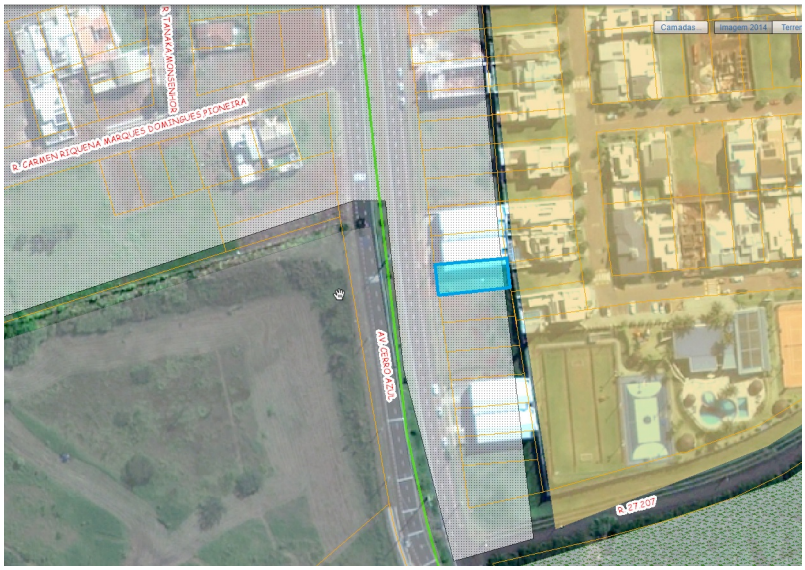
2.3 ESTUDO DE CASO

O presente trabalho estudou os projetos de uma edificação comercial térrea a ser construída em concreto armado na cidade de Maringá, tomando por base o projeto arquitetônico aprovado na prefeitura municipal, bem como todos os projetos complementares, que foram fornecidos pela construtora responsável pela obra.

2.3.1 O terreno

A edificação será construída no lote de terras nº 064 da quadra 000, Zona Fiscal 27, localizado à Av. Cerro Azul, nº 2855, Gleba Ribeirão Pinguim, na cidade de Maringá, Estado do Paraná, com área total de 384,68 m^2 e testada de 12,02 m. A foto 1 ilustra uma imagem de satélite do respectivo terreno e a figura 1 apresenta sua situação esquemática:

Foto 1 – Imagem de satélite do terreno.



Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá (2018).

Figura 1 – Situação esquemática.

Fonte: Autor (2018).

O quadro 1 apresenta uma tabela com os principais dados de uso e ocupação do solo deste terreno:

Quadro 1 – Uso e ocupação do solo.

EIXO DE COMÉRCIO E SERVIÇOS

ZONAS	DIMENS. MÍNIMA DE LOTES MEIO DE QUADRA / ESQUINA TESTADA (m) / ÁREA (m²)	ALTURA MÁXIMA DE EDIFIC. (m)	COEFIC MÁXIMO DE APROV. (un.)	TAXA MÁXIMA DE OCUPAÇÃO DO LOTE (1) (%)	AFASTAMENTO MÍNIMO DAS DIVISAS (m)							
					FRONTAL R=RES C=COM.	LATERAIS					FUNDOS	
						ATÉ 02 PAV. S/ ABERT C/ ABERT.	ATÉ 08 PAV	ATÉ 15 PAV	ATÉ 20 PAV	+ 20 PAV	ATÉ 02 PAV. S/ ABERT. C/ ABERT.	+ 2 PAV.
ECSB	REQUISITOS DA ZONA A QUE PERTENCE			TÉRR, E 2º PAV, 90	R=3 C=DISP,	REQUISITOS DA ZONA A QUE PERTENCE						

Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá (2018).

2.3.2 A edificação

A construção a ser realizada corresponde a um barracão comercial térreo, com fundação em estacas simples e viga baldrame, estrutura em concreto armado, vedação em alvenaria e cobertura em estrutura metálica. O quadro 2 apresenta o quadro de estatística da edificação:

Quadro 2 – Quadro de estatística.

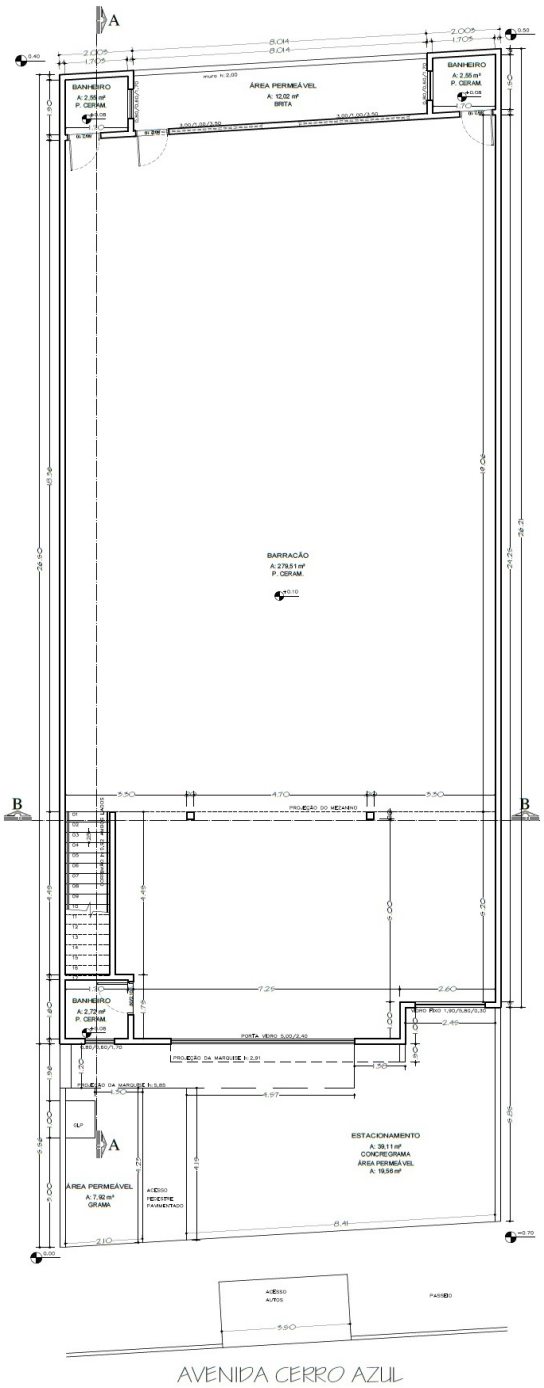
QUADRO DE ESTATÍSTICA	
ÁREA DO TERRENO	384,68 m2
G.L.P.	0,80 m2
MEZANINO	73,60 m2
BARRACÃO	306,43 m2
TOTAL DA CONSTRUÇÃO	380,83 m2
TAXA DE OCUPAÇÃO	79,87%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,8
ÁREA PERMEÁVEL	39,50 m2
ALTURA MÁXIMA DA EDIFICAÇÃO	7,30m
NUM. DE UNID.COMERCIAL	01

Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

O galpão conta com um salão principal, três banheiros, sendo um próximo à entrada do prédio e outros dois nos fundos, um mezanino na parte da frente, com acesso por escada,

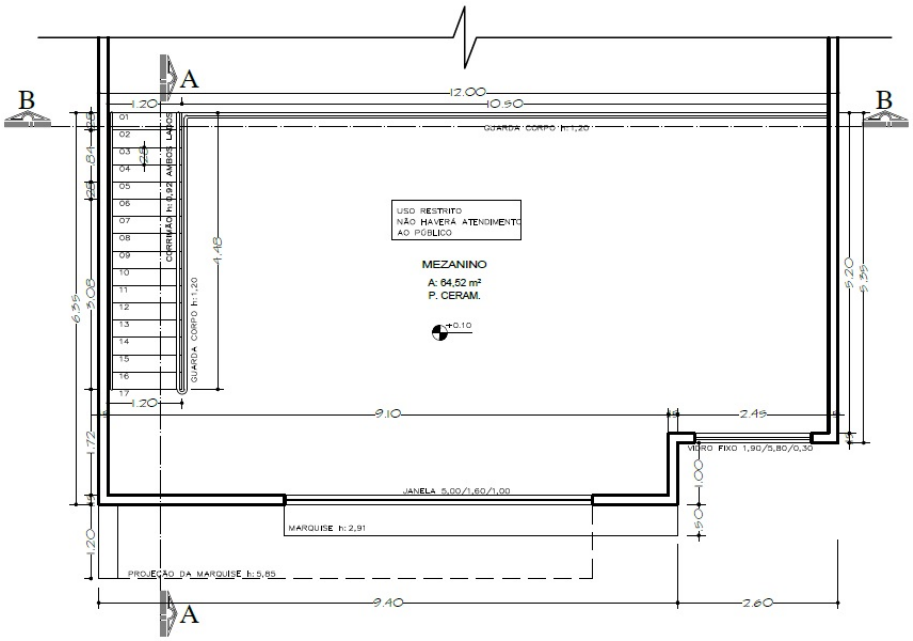
ambos em concreto armado, e área externa frontal onde estão a central de gás (CGLP) e o estacionamento, que conta com vagas para três automóveis e espaço para motos. Nas figuras 2 e 3 a seguir temos, respectivamente, a planta baixa do pavimento térreo e do mezanino do barracão, enquanto que a figura 4 apresenta a fachada e elevação do edifício:

Figura 2 – Planta baixa do térreo.



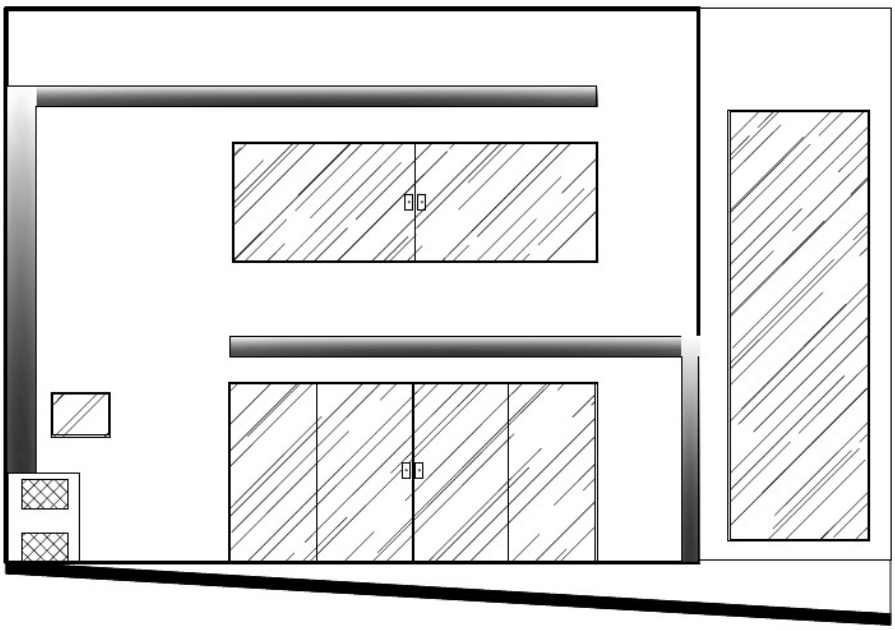
Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

Figura 3 – Planta baixa do mezanino.



Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

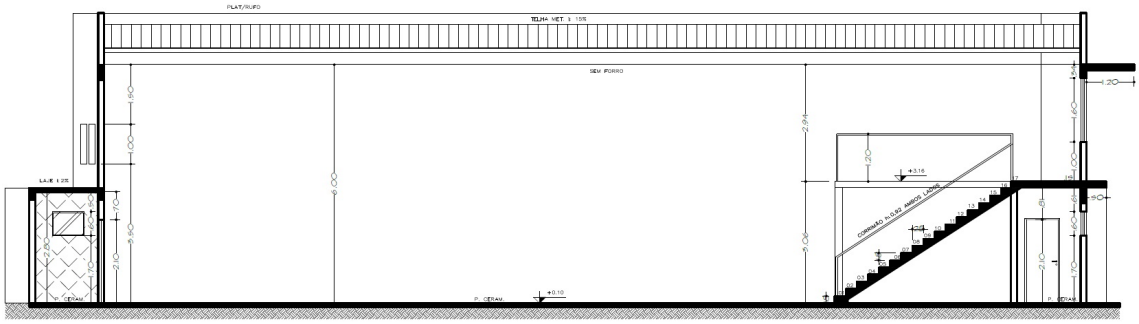
Figura 4 – Fachada e elevação do edifício.



Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

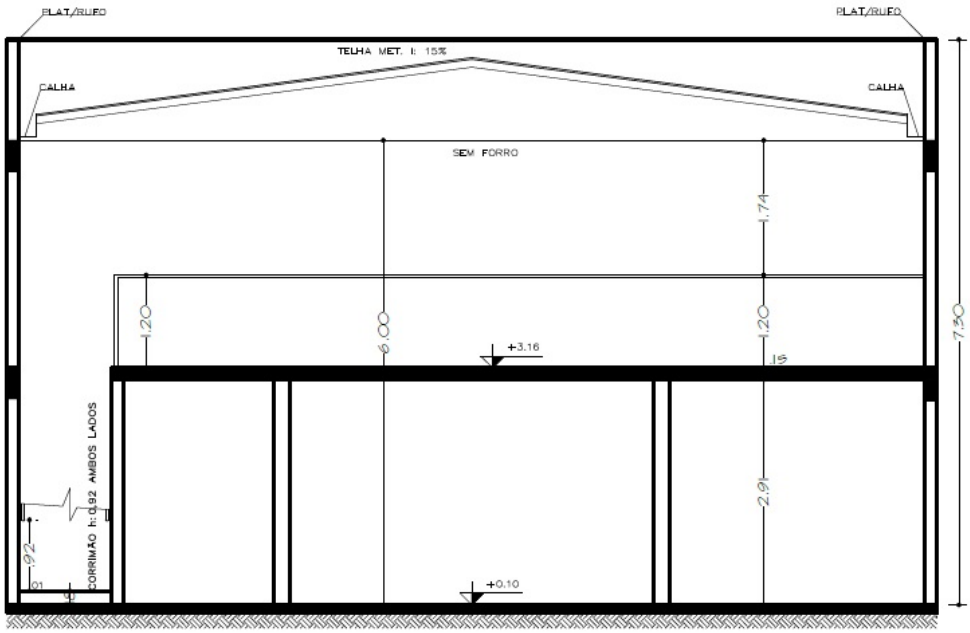
Na sequência, as figuras 5 e 6 ilustram os cortes AA e BB conforme demarcados na planta baixa apresentada anteriormente na figura 4:

Figura 5 – Corte AA.



Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

Figura 6 – Corte BB.



Fonte: Construtora Confibra Ltda. (2018).

Todos os dados e imagens apresentados foram obtidos diretamente com a construtora e coletados no projeto arquitetônico aprovado pela Prefeitura Municipal de Maringá.

Com base nas informações levantadas sobre o terreno e o projeto, definidas as especificações técnicas e os métodos construtivos a serem empregados, bem como levantados os recursos disponíveis, partiu-se então para a elaboração do planejamento da obra.

2.3.3 Estrutura Analítica de Projeto

A elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é o primeiro passo do planejamento do projeto, decompondo todo o trabalho em níveis menores e mais facilmente gerenciáveis (NOCÊRA,2015). O Quadro 3 apresenta a EAP elaborada para a edificação comercial térrea objeto deste estudo de caso, especificando as atividades necessárias para o desenvolvimento do projeto:

Quadro 3 – Estrutura Analítica de Projeto.

Estrutura Analítica de Projeto (EAP) - Edificação Comercial		
Projeto	Pacotes	Atividades
1 Edificação Comercial	1.1 Atividades iniciais	1.1.1 Limpeza e terraplanagem do terreno
		1.1.2 Construção do tapume e instalação do canteiro de obras
		1.1.3 Locação da obra, execução de gabarito
	1.2 Fundações	1.2.1 Execução das armaduras das estacas
		1.2.2 Perfuração das estacas
		1.2.3 Concretagem das estacas
		1.2.4 Execução das armaduras dos blocos e vigas baldrames
		1.2.5 Escavação dos blocos e vigas baldrames
		1.2.6 Execução das fôrmas dos blocos e vigas baldrames
		1.2.7 Concretagem dos blocos e vigas baldrames
	1.3 Superestrutura	1.3.1 Execução das armaduras dos pilares e vigas
		1.3.2 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 1
		1.3.3 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 1
		1.3.4 Execução das armaduras da escada do mezanino
		1.3.5 Execução das fôrmas e cimbramento da escada do mezanino e lajes dos banheiros (pré-moldadas)
		1.3.6 Concretagem da escada do mezanino e lajes dos banheiros
		1.3.7 Execução do cimbramento da laje do mezanino (pré-moldada)
		1.3.8 Concretagem das vigas e laje do mezanino
		1.3.9 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 2
		1.3.10 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 2
	1.4 Alvenaria	1.4.1 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 1
		1.4.2 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 2
		1.4.3 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 3
	1.5 Cobertura	1.5.1 Contratação da cobertura metálica
		1.5.2 Instalação da cobertura metálica
	1.6 Instalações hidráulicas	1.6.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida
		1.6.2 Colocação da caixa d'água e ligações

Continua na próxima página...

Estrutura Analítica de Projeto (EAP) - Edificação Comercial (Continuação)		
Projeto	Pacotes	Atividades
1 Edificação Comercial	1.7 Instalações elétricas	1.7.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida
		1.7.2 Colocação de caixas de passagem
		1.7.3 Passagem de cabos elétricos
		1.7.4 Instalação e ligação dos quadros elétricos
		1.7.5 Instalação de tomadas e interruptores
	1.8 Revestimentos	1.8.1 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes externas
		1.8.2 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes internas
		1.8.3 Assentamento de azulejos
	1.9 Pisos	1.9.1 Execução do contrapiso
		1.9.2 Assentamento de piso porcelanato 40x40
		1.9.3 Assentamento de pavers e concregrama
	1.10 Esquadrias	1.10.1 Colocação da porta e janelas de vidro
		1.10.2 Colocação da porta e grades metálicas
		1.10.3 Colocação das portas de madeira
	1.11 Pinturas	1.11.1 Pintura de alvenaria externa
		1.11.2 Pintura de alvenaria interna
	1.12 Acabamento final	1.12.1 Colocação de louças, metais e acessórios
		1.12.2 Colocação de espelhos de tomada e luminárias
		1.12.3 Paisagismo
		1.12.4 Limpeza

Fonte: Autor (2018).

2.3.4 Duração das atividades;

O processo de estimativa da duração das atividades é de extrema importância e deve ser criterioso, uma vez que as variações de prazos do projeto têm sua causa principal em falhas ou levantamentos imprecisos nesta etapa (NOCÊRA, 2015). Segundo este autor, as principais fontes para estimar a duração das tarefas são a opinião de pessoas especializadas e com experiência, informações históricas de projetos similares – conhecida como estimativa análoga; e finalmente o uso de padrões e índices de produtividade previamente definidos em estudo – a chamada estimativa paramétrica.

Algumas atividades mais simples do projeto deste estudo de caso permitem uma estimativa direta da duração de tempo necessária para que sejam concluídas, uma vez que são procedimentos conhecidos e pouco complexos, bastando apenas o bom senso para determinar durações satisfatórias. O Quadro 4 apresenta estas atividades com suas respectivas durações:

Quadro 4 – Duração das atividades – Básicas.

Atividades	Duração (dias)
1.2.3 Concretagem das estacas	1
1.2.7 Concretagem dos blocos e vigas baldrames	1
1.3.3 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 1	1
1.3.6 Concretagem das lajes dos banheiros e escada do mezanino	1
1.3.8 Concretagem das vigas e laje do mezanino	1
1.3.10 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 2	1
1.5.1 Contratação da cobertura metálica	1
1.12.1 Colocação de louças, metais e acessórios	1
1.12.2 Colocação de espelhos de tomada e luminárias	3

Fonte: Autor (2018).

Outras atividades deste projeto são constituídas por serviços menos usuais e que exigem máquinas e mão de obra específicas para serem realizados. Considerando ainda que a edificação a ser construída é de pequeno porte, torna-se mais viável a terceirização destas atividades para empresas especialistas na respectiva área.

Para esses casos, portanto, a duração das atividades foi obtida através de consulta direta à empresas fornecedoras do serviço em particular, apresentando para tal o respectivo projeto necessário. O Quadro 5 apresenta estas atividades com suas respectivas durações:

Quadro 5 – Duração das atividades – Terceirizadas.

Atividades	Duração (dias)
1.1.1 Limpeza e terraplanagem do terreno	2
1.2.2 Perfuração das estacas	3
1.5.2 Instalação da cobertura metálica	15
1.6.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida	10
1.7.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida	20
1.7.2 Colocação de caixas de passagem	5
1.7.3 Passagem de cabos elétricos	5
1.7.4 Instalação e ligação dos quadros elétricos	4
1.7.5 Instalação de tomadas e interruptores	2
1.10.1 Colocação da porta e janelas de vidro	3
1.10.2 Colocação da porta e grades metálicas	2
1.10.3 Colocação das portas de madeira	1
1.12.3 Paisagismo	1

Fonte: Autor (2018).

Por fim, o restante das atividades teve sua duração estimada aplicando índices de produção sobre o levantamento quantitativo realizado para cada tarefa, de acordo com os

projetos arquitetônico e complementares da edificação. Para este estudo de caso, foram utilizados os índices da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO, décima terceira edição, que é publicada periodicamente pela editora PINI, considerada uma referência nacional no setor de orçamento e planejamento de obras (PINI, 2008).

O Quadro 6 a seguir apresenta a duração estimada de cada uma das atividades remanescentes, identificada pelo respectivo código da tabela TCPO, bem como a equipe básica utilizada para computar o índice de produção:

Quadro 6 – Duração das atividades – TCPO.

Atividades	TCPO	Quant.	Unid.	Índice	Unid.	Equipe	Duração (horas)	Duração (dias)
1.1.2 Construção do tapume e instalação do canteiro de obras	02825.8.2.1	48,35	m^2	0,800	h/m^2	1c,1s	38,68	10
	01520.8.1.1	5	m^2	7,920	h/m^2	1c,1p, 1s	39,60	
1.1.3 Locação da obra, execução de gabarito	02595.8.1.1	306,43	m^2	0,130	h/m^2	1c,1s	39,84	5
1.2.1 Execução das armaduras das estacas	03210.8.1.3	353,8	kg	0,100	h/kg	1ar,1a	35,38	5
1.2.4 Execução das armaduras dos blocos e vigas baldrames	03210.8.1.11	497	kg	0,093	h/kg	1ar,1a	46,22	6
1.2.5 Escavação dos blocos e vigas baldrames	02315.8.4.5	8,89	m^3	0,048	h/m^3	1s	0,43	1
1.2.6 Execução das fôrmas dos blocos e vigas baldrames	03110.8.1.7	80,51	m^2	3,200	h/m^2	1c,1a	257,63	33
1.3.1 Execução das armaduras dos pilares e vigas	03210.8.1.10	1405	kg	0,062	h/kg	1ar,1a	87,11	11
1.3.2 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 1	03110.8.1.13	77,1	m^2	1,468	h/m^2	1c,1a	113,18	32
	03110.8.1.18	92,93	m^2	1,468	h/m^2	1c,1a	136,42	
1.3.4 Execução das armaduras da escada do mezanino	03210.8.1.11	61	kg	0,093	h/kg	1ar,1a	5,67	1
1.3.5 Execução das fôrmas e cimbramento da escada do mezanino	03110.8.6.1	18	m^2	2,844	h/m^2	1c,1a	51,19	7
	03140.8.3.2	18	m^2	0,225	h/m^2	1c,1a	4,05	
1.3.7 Execução do cimbramento das lajes do banheiro e laje do mezanino (pré-moldadas)	03140.8.3.3	5,1	m^2	0,320	h/m^2	1c,1a	1,63	3
	03140.8.3.3	64,52	m^2	0,320	h/m^2	1c,1a	20,65	

Continua na próxima página...

Atividades	TCPO	Quant.	Unid.	Índice	Unid.	Equipe	Duração (horas)	Duração (dias)
1.3.9 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 2	03110.8.1.13	55,27	m^2	1,468	h/m^2	1c,1a	81,14	24
	03110.8.1.18	71,63	m^2	1,468	h/m^2	1c,1a	105,15	
1.4.1 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 1	04211.8.2.1	261,13	m^2	1,027	h/m^2	1p,1s	268,18	34
1.4.2 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 2	04211.8.2.1	196,42	m^2	1,027	h/m^2	1p,1s	201,72	26
1.4.3 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 3	04211.8.2.1	110,28	m^2	1,027	h/m^2	1p,1s	113,26	14
1.6.2 Colocação da caixa d'água e ligações	15450.8.1.2	1	unid.	7,700	h/unid.	1e,1a	7,70	1
	15410.8.26.2	1	unid.	0,340	h/unid.	1e,1a	0,34	
1.8.1 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes externas	09705.8.12.4	322,11	m^2	0,100	h/m^2	1p,1s	32,21	58
	09705.8.2.21	322,11	m^2	0,820	h/m^2	1p,1s	264,13	
	09705.8.3.22	322,11	m^2	0,500	h/m^2	1p,1s	161,06	
1.8.2 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes internas	09705.8.12.4	551,84	m^2	0,100	h/m^2	1p,1s	55,18	83
	09705.8.2.9	551,84	m^2	0,600	h/m^2	1p,1s	331,10	
	09705.8.3.22	551,84	m^2	0,500	h/m^2	1p,1s	275,92	
1.8.3 Assentamento de azulejos	09706.8.1.7	48,57	m^2	0,360	h/m^2	1az,1s	17,49	4
	09706.8.5.2	48,57	m^2	0,250	h/m^2	1az,1s	12,14	
1.9.1 Execução do contrapiso	09605.8.1.6	337,18	m^2	0,550	h/m^2	1p,1s	185,45	24
1.9.2 Assentamento de piso porcelanato 40x40	09606.8.5.1	351,85	m^2	0,440	h/m^2	1lad,1s	154,81	20
1.9.3 Assentamento de pavers e concregrama	09605.8.1.6	97,67	m^2	0,460	h/m^2	1cal,1s	44,93	6
1.11.1 Pintura de alvenaria externa	09906.8.2.1	322,11	m^2	0,350	h/m^2	1p,1a	112,74	31
	09115.8.11.1	322,11	m^2	0,400	h/m^2	1p,1a	128,84	
1.11.2 Pintura de alvenaria interna	09906.8.3.1	551,84	m^2	0,300	h/m^2	1p,1a	165,55	49
	09115.8.12.1	551,84	m^2	0,400	h/m^2	1p,1a	220,74	
1.12.4 Limpeza	01740.8.1.1	380,83	m^2	0,700	h/m^2	1s	266,58	34

Fonte: PINI (2008) e Autor (2018).

Para simplificar o quadro de duração das atividades com índices de produtividade da tabela TCPO, foram utilizadas algumas abreviações para os cargos das equipes. O Quadro 7 ilustra a legenda das abreviações adotadas:

Quadro 7 – Legendas – Cargos.

a = ajudante	c = carpinteiro	lad = ladrilheiro
ar = armador	cal = calceteiro	p = pedreiro
az = azulejista	e = encanador	s = servente

Fonte: Autor (2018).

2.3.5 Precedências;

A definição das precedências é mais um ponto chave no planejamento, uma vez que existem diversas dependências entre as atividades do projeto que precisam ser respeitadas. Conforme visto anteriormente, as precedências dependem sobretudo da definição dos métodos construtivos e da sequência lógica de execução das atividades.

O Quadro 8 apresenta a lista numerada das atividades do projeto juntamente com suas relações de interdependência:

Quadro 8 – Precedências.

#	Atividades	Predecessoras
1	1.1.1 Limpeza e terraplanagem do terreno	-
2	1.1.2 Construção do tapume e instalação do canteiro de obras	1
3	1.1.3 Locação da obra, execução de gabarito	1
4	1.2.1 Execução das armaduras das estacas	2
5	1.2.2 Perfuração das estacas	3
6	1.2.3 Concretagem das estacas	4,5
7	1.2.4 Execução das armaduras dos blocos e vigas baldrames	4
8	1.2.5 Escavação dos blocos e vigas baldrames	6
9	1.2.6 Execução das fôrmas dos blocos e vigas baldrames	8
10	1.2.7 Concretagem dos blocos e vigas baldrames	7,9
11	1.3.1 Execução das armaduras dos pilares e vigas	7
12	1.3.2 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 1	21
13	1.3.3 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 1	11,12
14	1.3.4 Execução das armaduras da escada do mezanino	10
15	1.3.5 Execução das fôrmas e cimbramento da escada do mezanino e lajes dos banheiros (pré-moldadas)	13
16	1.3.6 Concretagem da escada do mezanino e lajes dos banheiros	14,15
17	1.3.7 Execução do cimbramento da laje do mezanino (pré-moldada)	16
18	1.3.8 Concretagem das vigas e laje do mezanino	17
19	1.3.9 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 2	22

Continua na próxima página...

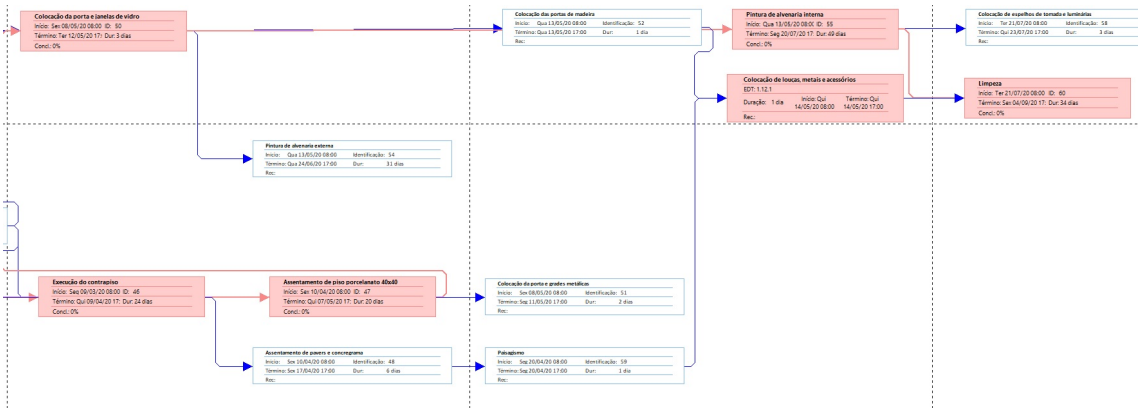
#	Atividades	Predecessoras
20	1.3.10 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 2	19
21	1.4.1 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 1	10
22	1.4.2 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 2	18
23	1.4.3 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 3	20
24	1.5.1 Contratação da cobertura metálica	13
25	1.5.2 Instalação da cobertura metálica	23,24
26	1.6.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida	23
27	1.6.2 Colocação da caixa d'água e ligações	26
28	1.7.1 Abertura de rasgos e tubulação embutida	23
29	1.7.2 Colocação de caixas de passagem	28
30	1.7.3 Passagem de cabos elétricos	29
31	1.7.4 Instalação e ligação dos quadros elétricos	30
32	1.7.5 Instalação de tomadas e interruptores	30,35
33	1.8.1 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes externas	23
34	1.8.2 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes internas	27,29
35	1.8.3 Assentamento de azulejos	34
36	1.9.1 Execução do contrapiso	34
37	1.9.2 Assentamento de piso porcelanato 40x40	36
38	1.9.3 Assentamento de pavers e concregrama	36
39	1.10.1 Colocação da porta e janelas de vidro	33,35,37
40	1.10.2 Colocação da porta e grades metálicas	33,35,37
41	1.10.3 Colocação das portas de madeira	39
42	1.11.1 Pintura de alvenaria externa	39
43	1.11.2 Pintura de alvenaria interna	39
44	1.12.1 Colocação de louças, metais e acessórios	41
45	1.12.2 Colocação de espelhos de tomada e luminárias	43
46	1.12.3 Paisagismo	38
47	1.12.4 Limpeza	43,44,46

Fonte: Autor (2018).

2.3.6 Diagrama de Redes

Uma vez estipuladas as precedências das atividades do projeto, é possível representa-lo graficamente através do diagrama de redes, que conecta as tarefas de acordo com sua sequência executiva. A Figura 7 ilustra um trecho do diagrama de redes deste estudo de caso, demonstrando algumas etapas do pacote “Fundação” da EAP:

Figura 7 – Trecho do Diagrama de Redes.



Fonte: Autor (2018).

Notamos na Figura 7 que as atividades estão ligadas por setas, representando a sequência lógica de andamento do projeto. A cor rosa é utilizada para atividades críticas e a cor azul é utilizada para atividades normais.

2.3.7 Caminho Crítico

O sequenciamento de todas as atividades que não possuem folga no diagrama de rede define o caminho crítico do projeto. O planejamento inicial desta edificação comercial resultou em 26 atividades críticas, compondo 1 único caminho crítico, cuja estrutura é ilustrada no Quadro 9 abaixo:

Quadro 9 – Caminho crítico do Projeto.

Atividades Críticas	
1.1.1	Limpeza e terraplanagem do terreno
1.1.2	Construção do tapume e instalação do canteiro de obras
1.2.1	Execução das armaduras das estacas
1.2.3	Concretagem das estacas
1.2.5	Escavação dos blocos e vigas baldrames
1.2.6	Execução das fôrmas dos blocos e vigas baldrames
1.2.7	Concretagem dos blocos e vigas baldrames
1.3.2	Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 1
1.3.3	Concretagem dos pilares e vigas - etapa 1
1.3.5	Execução das fôrmas e cimbramento da escada do mezanino
1.3.6	Concretagem das lajes dos banheiros e escada do mezanino

Continua na próxima página...

Atividades Críticas (Continuação)	
1.3.7	Execução do cimbramento das lajes do banheiro e laje do mezanino (pré-moldadas)
1.3.8	Concretagem das vigas e laje do mezanino
1.3.9	Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 2
1.3.10	Concretagem dos pilares e vigas - etapa 2
1.4.1	Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 1
1.4.2	Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 2
1.4.3	Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 3
1.7.1	Abertura de rasgos e tubulação embutida
1.7.2	Colocação de caixas de passagem
1.8.2	Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes internas
1.9.1	Execução do contrapiso
1.9.2	Assentamento de piso porcelanato 40x40
1.10.3	Colocação das portas de madeira
1.11.2	Pintura de alvenaria interna
1.12.4	Limpeza

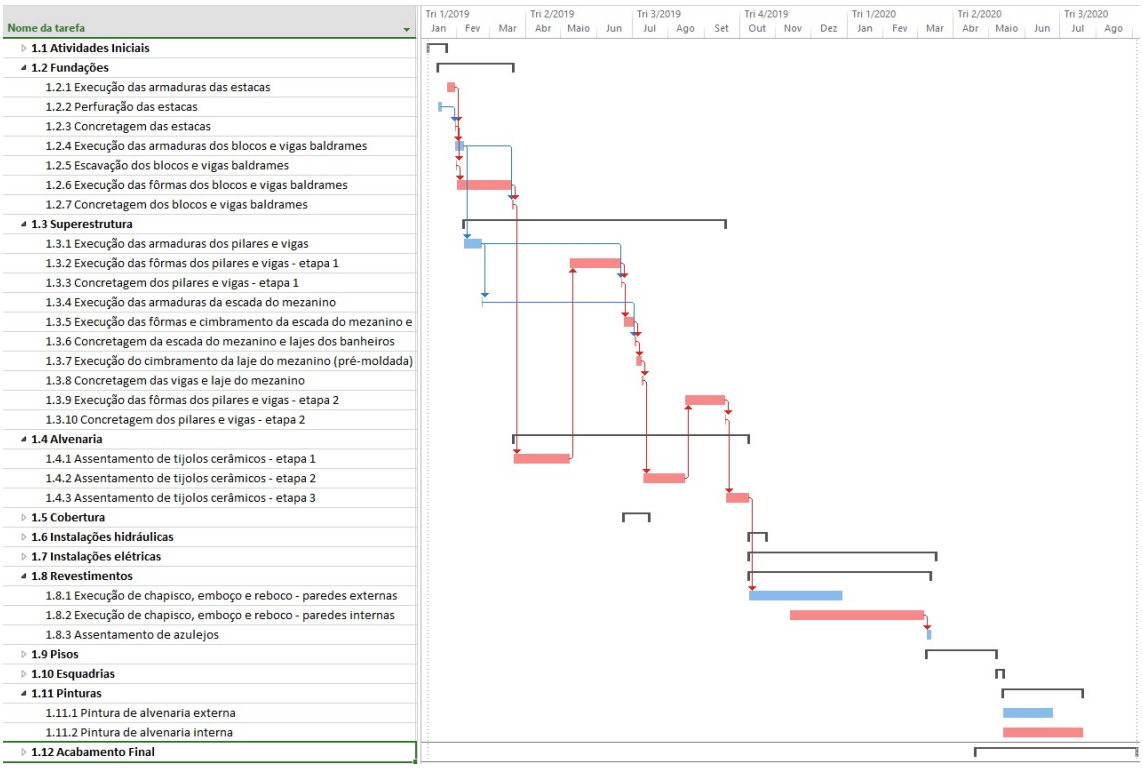
Fonte: Autor (2018).

2.3.8 Cronograma

Finalmente, a partir da Estrutura Analítica do Projeto e das definições de duração e precedência de cada atividade, foi elaborado o cronograma da construção, que é o objetivo final de todo o planejamento e servirá de base para o controle e acompanhamento da obra durante a sua execução.

Para a elaboração deste cronograma, foi utilizado o software Microsoft-Project® 2013, que constrói automaticamente o gráfico de Gantt a medida em que são inseridas as atividades de projeto, suas durações e predecessoras. A figura 8 abaixo ilustra o cronograma inicial do projeto, com as atividades críticas destacadas em vermelho e as demais atividades em azul. Uma ilustração ampliada deste mesmo cronograma inicial é apresentada no apêndice A deste trabalho.

Figura 8 – Cronograma.



Fonte: Autor (2018).

Podemos verificar na figura 8 que algumas atividades são representadas apenas por barras negras no gráfico de Gantt, que é a representação dos pacotes da Estrutura Analítica de Projeto. Isso ocorreu devido à necessidade de ocultar algumas tarefas para conseguir gerar uma imagem contendo toda a linha de tempo do planejamento do projeto.

O cronograma obtido ao final do processo de planejamento conta com 47 atividades divididas em 12 pacotes principais, e tem duração total de 435 dias para a execução da obra. É importante destacar que foram considerados como dias trabalháveis apenas os dias da semana, excluindo-se os sábados e domingos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o cronograma inicial elaborado, surpreende o longo prazo obtido para a execução do salão comercial proposto, uma edificação simples de aproximadamente 400m^2 de área construída. Para uma noção realista de tempo, foi definida a data de 07 de Janeiro de 2019 para começar, o que implicou na data de 04 de Setembro de 2020 para término,

totalizando 435 dias de duração da obra, um valor elevado e que pode ser considerado incompatível para esta situação.

A longa duração alcançada ocorreu sobretudo pela adoção de equipes mínimas para a execução da grande maioria das tarefas. Isso foi reflexo da utilização dos índices de produção da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos – TCPO durante o processo de estimativa das durações de cada atividade da EAP. Esta tabela sempre apresenta dados considerando a menor equipe possível, em geral um especialista na atividade e um ajudante.

Desta forma, ainda não é interessante utilizar este cronograma inicial como linha de base para o controle da obra. É preciso agora avaliar as expectativas do cliente quanto ao prazo desejado, juntamente com a disponibilidade de recursos financeiros, e estipular o número de equipes básicas necessárias para atender estas expectativas.

Este é um processo simples e rápido de se realizar já que os índices de produção das equipes básicas de cada atividade estão definidos e as planilhas para o cálculo das durações estão montadas. Inseridas as novas durações, o Microsoft-Project® reestrutura todo o cronograma automaticamente. Consegue-se desta forma alinhar os interesses do contratante às reais possibilidades de execução da obra, encontrando uma solução viável e factível para o empreendimento.

4 CONCLUSÃO

Tomando como referência o passo a passo apresentado na análise bibliográfica, foi possível desenvolver todas as etapas da construção do planejamento de obra para a edificação comercial apresentada como estudo de caso, cumprindo desta forma o objetivo principal deste trabalho.

Certamente, a atividade de planejamento depende muito da experiência e intuição do engenheiro. Se por um lado é preciso identificar os pontos mais importantes do projeto e encapsular todas as etapas, por outro é fundamental não planejar excessivamente, o que levaria a um cronograma moroso, de alimentação trabalhosa e pouco efetiva durante a fase de controle e acompanhamento da obra.

A elaboração do cronograma inicial para o salão comercial mostrou-se longa, trabalhosa e minuciosa, mesmo tratando-se de uma edificação de pequeno porte. Ficou clara a necessidade de possuir o maior número de informações sobre a edificação possível, sobretudo todos os projetos compatibilizados, as especificações do terreno onde a obra será realizada e a

disponibilidade de mão de obra e empresas prestadoras de serviço na região para o levantamento de informações confiáveis. Simultaneamente, impressionou a quantidade de decisões de execução antecipadas a serem tomadas para elaborar uma estrutura analítica de projeto significativa, dado o elevado número de variáveis e possibilidades a serem consideradas.

São essas árduas características que fazem com que a etapa de planejamento seja muitas vezes menosprezada ou pulada. Porém este investimento inicial de tempo e esforço é a forma mais efetiva de reduzir as falhas e retrabalhos, permitir estimativas plausíveis a fim de viabilizar o controle e acompanhamento adequado dos empreendimentos, aumentando significativamente a sua chance de sucesso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 12721 (Brasil). **Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios.** [S.l.]. Rio de Janeiro, 2005.

DICIONÁRIO AURÉLIO. Rio de Janeiro: Nova Fronteira,2001.

GROHMANN, Márcia Zampieri. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria**. 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art302.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção - PAIC**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=destaques>. Acesso em: 27 nov. 2018.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 244 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010. 420 p.

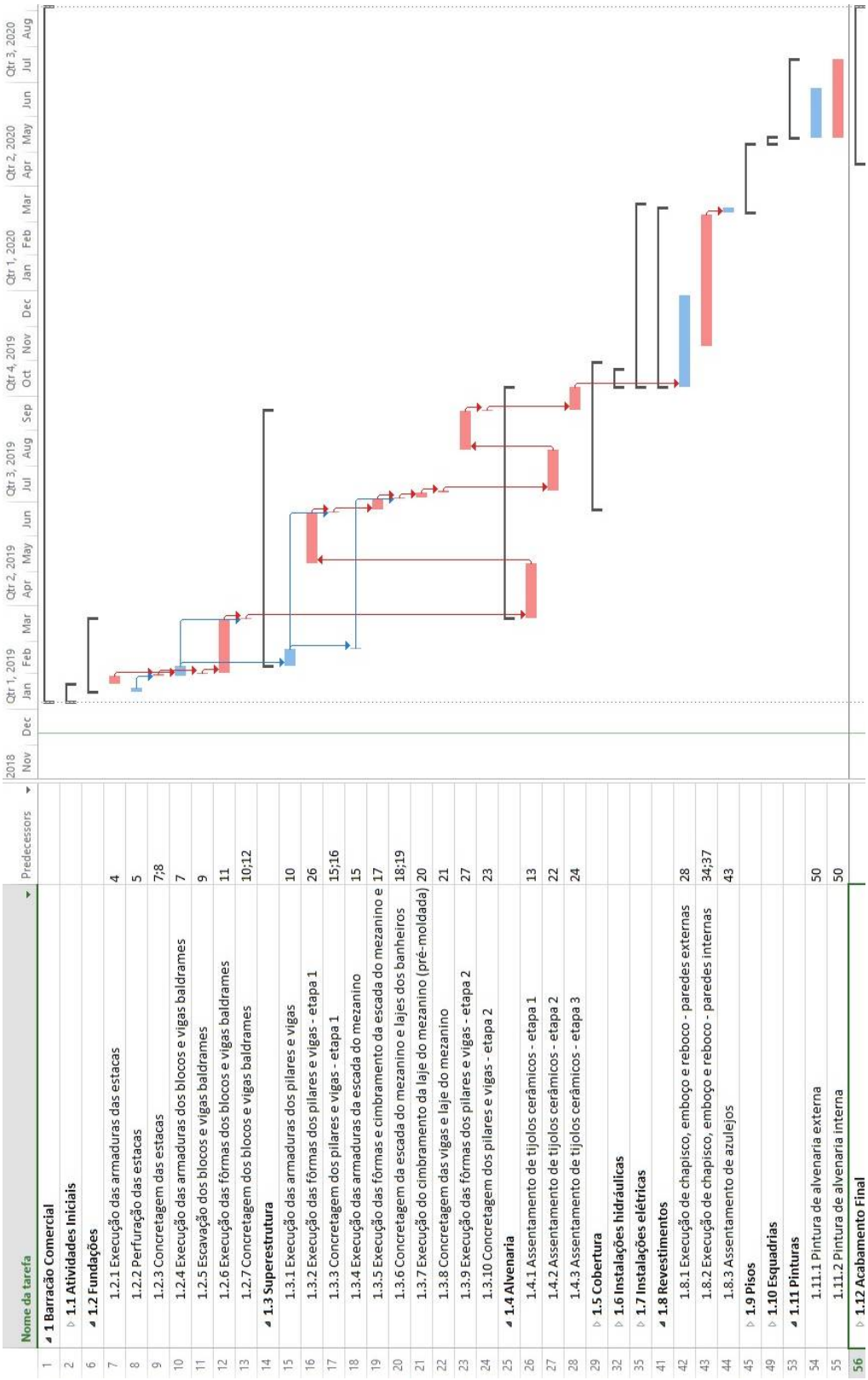
NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. **Planejamento e Controle de Obras com o Microsoft-Project 2013**: Fundamental. 2. ed. São Paulo: RJN, 2015. 368 p.

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança; CRIVELARO, Marcos. **Planejamento e Custos de Obras**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 136 p.

SILVA, Moacir Pinto da. **Planejamento e acompanhamento físico/financeiro em obras de edificação** . 2006. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia_Moacir.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

TCPO: Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 13. ed. São Paulo: PINI, 2008. 630 p.

APÊNDICE A – CRONOGRAMA DO PROJETO



	Nome da tarefa	Predecessors
1	**1 Barracão Comercial**	
2	**1.1 Atividades Iniciais**	
6	**1.2 Fundações**	
7	1.2.1 Execução das armaduras das estacas	4
8	1.2.2 Perfuração das estacas	5
9	1.2.3 Concretagem das estacas	7;8
10	1.2.4 Execução das armaduras dos blocos e vigas baldrames	7
11	1.2.5 Escavação dos blocos e vigas baldrames	9
12	1.2.6 Execução das fôrmas dos blocos e vigas baldrames	11
13	1.2.7 Concretagem dos blocos e vigas baldrames	10;12
14	**1.3 Superestrutura**	
15	1.3.1 Execução das armaduras dos pilares e vigas	10
16	1.3.2 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 1	26
17	1.3.3 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 1	15;16
18	1.3.4 Execução das armaduras da escada do mezanino	15
19	1.3.5 Execução das fôrmas e cimbramento da escada do mezanino e	17
20	1.3.6 Concretagem da escada do mezanino e lajes dos banheiros	18;19
21	1.3.7 Execução do cimbramento da laje do mezanino (pré-moldada)	20
22	1.3.8 Concretagem das vigas e laje do mezanino	21
23	1.3.9 Execução das fôrmas dos pilares e vigas - etapa 2	27
24	1.3.10 Concretagem dos pilares e vigas - etapa 2	23
25	**1.4 Alvenaria**	
26	1.4.1 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 1	13
27	1.4.2 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 2	22
28	1.4.3 Assentamento de tijolos cerâmicos - etapa 3	24
29	**1.5 Cobertura**	
32	**1.6 Instalações hidráulicas**	
35	**1.7 Instalações elétricas**	
41	**1.8 Revestimentos**	
42	1.8.1 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes externas	28
43	1.8.2 Execução de chapisco, emboço e reboco - paredes internas	34;37
44	1.8.3 Assentamento de azulejos	43
45	**1.9 Pisos**	
49	**1.10 Esquadrias**	
53	**1.11 Pinturas**	
54	1.11.1 Pintura de alvenaria externa	50
55	1.11.2 Pintura de alvenaria interna	50
56	**1.12 Acabamento Final**	