

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**FATORES DE ATRASO EM OBRAS PÚBLICAS – ESTUDO
DE CASO DO NOVO PRÉDIO DA ENGENHARIA
FLORESTAL (UNB)**

MATEUS PEREIRA FESTAS

**ORIENTADOR: ANDRE LUIZ AQUERE DE CERQUEIRA E
SOUZA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA
CIVIL**

BRASÍLIA / DF – JULHO / 2018

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FATORES DE ATRASO EM OBRAS PÚBLICAS – ESTUDO
DE CASO DO NOVO PRÉDIO DA ENGENHARIA
FLORESTAL (UNB)**

MATEUS PEREIRA FESTAS

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

APROVADA POR:

**Prof. André Luiz Aquere de Cerqueira e Souza, DSc. (ENC/UnB)
(ORIENTADOR)**

Prof.^a Cláudia Márcia Coutinho Gurjão, DSc. (ENC/UnB)

Prof. Clóvis Neumann, DSc. (EPR/UnB)

DATA: BRASÍLIA/DF, 05 DE JULHO DE 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

FESTAS, MATEUS PEREIRA

Fatores de Atraso em Obras Públicas – Estudo de Caso do Novo Prédio da Engenharia Florestal (UnB) [Distrito Federal] 2018.

xiii, 70 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2018)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Cronograma

2. Atraso

3. Obra Pública

4. SINAPI

I. ENC/FT/UnB

II. TÍTULO (bacharel)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FESTAS, M.P. (2018). Fatores de Atraso em Obras Públicas – Estudo de Caso do Novo Prédio da Engenharia Florestal (UnB). Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 83 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mateus Pereira Festas

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Fatores de Atraso em Obras Públicas – Estudo de Caso do Novo Prédio da Engenharia Florestal (UnB)

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2018

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Mateus Pereira Festas

SQS 104 Bloco H apto. 505, Asa Sul. CEP: 70.343-080 Brasília/DF - Brasil

E-mail: mateusfestas@hotmail.com

Dedico este trabalho à minha família: meus pais, João e Maristela, minhas irmãs, Júlia e Joana e a todos os meus amigos e parentes, que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e direção. Por me dar saúde. Por me colocar sempre no caminho certo e por colocar pessoas boas ao meu redor.

À minha família, por estar sempre me apoiando, guiando e dando suporte para que eu pudesse progredir cada vez mais. Por serem minha base para tudo.

Aos meus avôs, Leda e Evandro, pelo amor e carinho. Em especial, aos meus avôs Antônio e Felicidade, os quais fazem muita falta e que sei que lá de cima me ajudaram a ter forças para estar onde estou, me guiando sempre.

Aos meus primos, sempre muito presentes.

À minha namorada, Bruna Lima, pelo apoio incondicional, motivação e por estar sempre presente nos momentos bons e ruins.

Aos meus amigos, aos de Niterói e aos de Brasília, por sempre estarem dispostos a me ajudar e a me dar palavras de motivação.

Ao Professor André Aquere, meu orientador, por estar sempre disposto a me ajudar e dar conselhos. Pela confiança depositada no meu trabalho e na minha capacidade. Pelas palavras de sabedoria e orientações sempre acertadas.

Aos membros da banca, pela disposição de participar da mesma.

À Diretoria de Obras da UnB, em especial às engenheiras Jéssica Soares e Bárbara Moreira, por me darem acesso às obras da UnB e sempre estarem dispostas a me ajudar, dando conselhos e informações fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

Ao engenheiro responsável pela obra, engenheiro Valberth Rodrigues, por sempre estar disposto a me dar explicações, tirar minhas dúvidas e me mostrar o dia-a-dia da obra, bem como me fornecer informações essenciais à elaboração desse projeto.

À Universidade de Brasília, por me dar todo o apoio e estrutura necessários ao desenvolvimento da minha pesquisa.

RESUMO

FATORES DE ATRASO EM OBRAS PÚBLICAS – ESTUDO DE CASO DO NOVO PRÉDIO DA ENGENHARIA FLORESTAL (UNB)

Autor: Mateus Pereira Festas

Orientador: André Luiz Aquere de Cerqueira e Souza

Brasília, julho de 2018.

Os atrasos na construção civil são historicamente recorrentes e os fatores causadores desse problema devem ser melhor estudados a fim de serem mitigados e, se possível, eliminados. O objetivo deste trabalho é apresentar, por meio de um estudo de caso, os principais fatores de atraso em obras públicas, suas repercussões e quais soluções foram adotadas para amenizá-los. O estudo de caso do novo prédio da Engenharia Florestal da Universidade de Brasília (UnB), faz uma análise comparativa entre o cronograma feito inicialmente pela empresa executora, um cronograma elaborado com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, o SINAPI, e o cronograma real da obra, verificando, separadamente por serviços, os atrasos e seus motivos. A partir dos estudos e análises feitas, verificou-se uma inconsistência nos índices de produtividade do SINAPI e que a comunicação e o alinhamento entre a empresa de projetos e a empresa executora da obra é fator preponderante para que não ocorram atrasos que causem grandes impactos no andamento da obra.

Palavras-chave: Cronograma; Atraso em obra; Planejamento; SINAPI; UnB.

ABSTRACT

FACTORS OF DELAY IN PUBLIC WORKS - CASE STUDY OF THE NEW FORESTRY ENGINEERING BUILDING (UNB)

Author: Mateus Pereira Festas

Advisor: André Luiz Aquere de Cerqueira e Souza

Brasília, july of 2018.

Delays in construction are historically recurrent and the factors of this problem must be better studied in order to be mitigated and, if possible, eliminated. The objective of this paper is to present, through a case study, the main factors of delay in public works, their repercussions and what solutions were adopted to soften them. The case study of the new building of Forestry Engineering of the University of Brasilia (UnB), makes a comparative analysis between the schedule initially done by the executing company, a schedule elaborated based on the National System of Cost Survey and Indices of Civil Construction, the SINAPI, and the actual schedule of the work, checking, separately for services, delays and their reasons. From the studies and analyzes made, it was verified an inconsistency in SINAPI's productivity indexes and that communication and alignment between the project company and the executing company is a preponderant factor so that there are no delays that cause major impacts on the progress of the work.

Keywords: Schedule ; Delay ; Planning ; SINAPI ; UnB.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Contextualização.....	2
1.2	Justificativas	4
1.3	Objetivos.....	8
1.3.1	Objetivo Geral	8
1.3.2	Objetivos Específicos	8
1.4	Fronteiras da Pesquisa	8
2	Fundamentação Teórica	10
2.1	Cronograma de Obra.....	12
2.1.1	Definição das atividades.....	13
2.1.2	Sequenciamento das atividades	15
2.1.3	Estimativa dos recursos	16
2.1.4	Estimativa de duração das atividades.....	18
2.1.4	Elaboração do cronograma.....	21
2.2	SINAPI	24
2.3	Metodologias e conceitos do SINAPI	26
3	Metodologia.....	31
3.1	Estruturação da pesquisa.....	32
3.2	Definição dos serviços estudados	32
3.3	Obtenção de dados do Cronograma pré-existente	33
3.4	Elaboração do cronograma com base no SINAPI	34
3.5	Obtenção de dados do andamento da obra	34
3.6	Análise comparativa de cronogramas.....	34
4	Cronograma com Base no SINAPI	36
5	Cronograma Real da Obra.....	38

6	Análise dos Pontos Divergentes entre os Documentos	39
6.1	Cronograma SINAPI x Cronograma Real	39
6.1.1	Infraestrutura	40
6.1.2	Superestrutura.....	42
6.1.3	Paredes	44
6.2	Cronograma Planejado x Cronograma Real	47
6.2.1	Subestação.....	47
6.2.2	Infraestrutura	49
6.2.3	Superestrutura.....	51
6.2.4	Paredes	53
7	Conclusão	56
	Referências Bibliográficas	59
	Anexo I – Cronograma Físico-Financeiro Aprovado pela UnB.....	61
	Anexo II – EAP do Projeto com Base no SINAPI	62
	Anexo III – Cronograma com Base no SINAPI	67
	Anexo IV – Tabela de Execução Real dos Serviços x Tempo	68
	Anexo V – Cronograma Real da Obra	69
	Anexo VI – Planilha de Medições	70

Lista de Figuras

Figura 1- Histórico do SINAPI (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017).....	25
Figura 2- Composição do serviço de concretagem de pilares pelo "novo" SINAPI.....	27

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de infraestrutura (comparativo SINAPI x Real).....	41
Gráfico 2: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de superestrutura (comparativo SINAPI x Real)	43
Gráfico 3: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de paredes (comparativo SINAPI x Real).....	45
Gráfico 4: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de subestação (comparativo Planejado x Real).....	48
Gráfico 5: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de infraestrutura (comparativo Planejado x Real).....	49
Gráfico 6: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de superestrutura (comparativo Planejado x Real).....	52
Gráfico 7: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de paredes (comparativo Planejado x Real).....	54

Lista de Equações

Equação 1 – Cálculo de Duração.....	18
Equação 2 – Cálculo de Duração (Exemplo)	18
Equação 3 – Estimativa dos três pontos.....	20
Equação 4 - Cálculo da Razão Unitária de Produção (RUP)	28

Lista de Tabelas

Tabelas 1 e 2: Percentual acumulado de execução do serviço de infraestrutura no tempo (comparativo SINAPI x Real).....	41
Tabelas 3 e 4: Percentual acumulado de execução do serviço de superestrutura no tempo (comparativo SINAPI x Real).....	42
Tabelas 5 e 6: Percentual acumulado de execução do serviço de paredes no tempo (comparativo SINAPI x Real).....	45
Tabelas 7 e 8: Percentual acumulado de execução do serviço de subestação no tempo (comparativo Planejado x Real).....	47
Tabelas 9 e 10: Percentual acumulado de execução do serviço de infraestrutura no tempo (comparativo Planejado x Real).....	49
Tabelas 11 e 12: Percentual acumulado de execução do serviço de superestrutura no tempo (comparativo Planejado x Real).....	51
Tabelas 13 e 14: Percentual acumulado de execução do serviço de paredes no tempo (comparativo Planejado x Real).....	53

1 Introdução

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, a CBIC (2016), o mercado da construção civil representa cerca de 5,6% do PIB nacional e é responsável por uma grande parcela da economia nacional, sendo um dos principais fatores de desenvolvimento social e de geração de empregos no país.

Porém, a crise econômica no Brasil também atingiu impiedosamente o setor. No ano de 2017, houve uma estabilização do PIB nacional e uma queda de 6,6% na atividade da construção civil em relação a 2016. Além dos impactos negativos na contratação de mão de obra, a crise no setor é ainda impactada pela alta da inflação e da taxa básica de juros, que refletem diretamente no preço de insumos básicos para a construção e no poder de compra da população. (Sinicon & LCA Consultores, 2017)

Os recentes eventos associados a investigações de corrupção em empreiteiras tornaram-se uma péssima propaganda ao setor, o que elevou ainda mais a desconfiança do público nas construtoras de um modo geral. (FERREIRA, 2016)

A crise hídrica, principalmente no DF, é também uma preocupação ao setor produtivo, visto que o abastecimento de água, primordial na construção civil, está cada vez mais restritivo.

De acordo com a CBIC (2016), um reaquecimento no setor, com maiores incentivos fiscais, reestruturação de projetos, como o reajuste no perfil de renda das famílias beneficiadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida e mudanças na mentalidade e na forma de atuar no que diz respeito à gestão de projetos se fazem necessários para a reversão dessa situação.

Enxugar custos e investir em planejamento e produtividade para garantir a sobrevivência e a volta do crescimento são as estratégias necessárias nesse momento conturbado.

Para tal, é necessário que haja, na fase inicial do projeto, uma estimativa de duração da obra. Tal estimativa interessa tanto à empreiteira, a qual quer saber o custo incorporado pela duração da obra e o tempo que sua mão de obra ficará empregada naquele empreendimento, quanto ao cliente, o qual quer saber com a maior precisão possível quando seu imóvel ficará pronto para utilização. (PINI, 2011)

Um cronograma elaborado através de metodologias científicas consagradas, como as apresentadas pelo Project Management Body of Knowledge, PMBOK® (PMI, 2013), tem vários benefícios para a construtora, como uma boa organização do fluxo de caixa através de um cronograma físico-financeiro acertado, que garante um conhecimento antecipado dos gastos naquela obra. Um bom cronograma também garante o foco da equipe em atividades-chave na construção, evitando atrasos por falta de mão de obra e frentes de serviço. No que diz respeito a um possível financiamento do empreendimento, os bancos exigem um cronograma físico-financeiro da obra para que o dinheiro seja de fato empregado nos serviços previstos para o devido tempo. (PINI, 2011)

Para que o cronograma seja bem elaborado, é necessário um conhecimento holístico do projeto, tanto de seus serviços quanto dos insumos aplicados. É necessário saber com a maior precisão possível a produtividade de sua equipe, o quantitativo dos insumos empregados na obra, a quantidade de mão de obra que será utilizada para a realização da mesma, a possibilidade de intempéries que possam retardar ou até mesmo interromper o andamento da obra, em suma, conhecer de fato o projeto que está sendo executado para ter uma base de dados consistente de entrada para a elaboração do cronograma.

Uma das bases que pode ser utilizada para a elaboração de um cronograma de obra é a base do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, o SINAPI (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017). Utilizada comumente para a elaboração de planilhas orçamentárias, o SINAPI oferece uma vasta gama de composição de serviços com os respectivos coeficientes de utilização de insumos e mão de obra. Com tal parâmetro pode-se valer dos coeficientes relativos à mão de obra, conjuntamente com o quantitativo total do serviço estudado, da quantidade de mão de obra empregada e do fluxograma da produção, para elaborar um cronograma.

1.1 Contextualização

O objeto de estudo dessa monografia é o novo prédio da Engenharia Florestal da UnB. O curso de Engenharia Florestal é ministrado na UnB há mais de 40 anos e a demanda de um edifício próprio para o mesmo existe desde a década de 1980, devido, justamente, pela falta de espaço dedicado exclusivamente ao departamento. Atualmente, a Engenharia Florestal funciona na FT e ocupa cerca de 900 m², tendo aproximadamente 450 graduandos, cem estudantes na pós-graduação, vinte e dois professores e sete servidores. (SECOM-UnB, 2017)

Com término previsto para dezembro de 2018, o prédio será localizado no campus Darcy Ribeiro, próximo à Faculdade de Tecnologia (FT) e ao posto de gasolina. Segundo os projetos fornecidos pela Diretoria de Obras da UnB (DOB), o futuro prédio terá três andares, onde estão previstas 45 salas dedicadas para professores; almoxarifado; depósitos; 19 laboratórios; quatro salas de aula e um auditório. A construção, com área de 3.927,46 m², ficou parada desde 2014, quando a empresa responsável na época pela obra abriu falência após ter executado parte da fundação, levando a UnB a abrir novo processo licitatório para a continuação da obra. Segundo a Secretaria de Comunicação da UnB, a SECOM-UnB (2017), foram empenhados cerca de R\$ 10,5 milhões para essa construção.

A licitação para a conclusão da obra foi iniciada na gestão do ex-reitor Ivan Camargo e finalizada agora na gestão da atual reitora, Márcia Abrahão.

O cronograma aprovado, presente no Anexo I deste trabalho, previa o início da obra no dia dezessete de abril de 2017, já apresentando atrasos.

De acordo com Kaliba *et al.* (2009 *apud.* Siemann *et al.*, 2011), no âmbito da construção civil, o atraso compreende o tempo excedente ao acordado entre as partes, seja por contrato ou simples acerto, para a conclusão da empreitada. Entre muitas outras consequências, o atraso na entrega pode causar a insatisfação do cliente.

Algumas das principais causas de atrasos em obras de edifícios residenciais apresentadas por empreiteiras são alterações de projeto por parte do cliente, dificuldade de se encontrar mão de obra qualificada para determinados serviços e os erros relacionados à incompatibilização de projetos. A ocorrência de atrasos nas obras tem inúmeros efeitos negativos, como prejuízos financeiros às construtoras, estouros de orçamento, aborrecimento e perda de clientes, perda de credibilidade perante o mercado da construção civil, entre outros efeitos que, dependendo do caso, podem se tornar irreversíveis. (SIEMANN, E. *et al.*, 2011)

Segundo Assaf e Alhejji (2006 *apud.* Siemann *et al.*, 2011), além do quesito moral e financeiro, o bom planejamento no âmbito cronológico é considerado fator de eficiência para a empreiteira.

Uma obra com um bom nível de planejamento requer enormes esforços por parte de todos os setores de uma construtora: da diretoria, através de políticas engajadas no bom andamento e controle da construção; dos gestores de obra, na instrução e manutenção de um planejamento rígido; dos engenheiros de canteiro, no acompanhamento da execução e garantia de seguimento conforme o planejado; dos fiscais de obra, na observação e cobrança das equipes;

da equipe de execução, na execução dos serviços nos prazos determinados e na manutenção da qualidade.

Por se tratar de um engajamento e comprometimento da empresa como um todo, realizar uma obra no prazo previamente estipulado, com alta qualidade e em um custo que permita a maior margem de lucro possível torna-se uma tarefa muito difícil. Essa é uma tarefa de extrema complexidade e que é objeto de estudo por muitos profissionais da área nos dias de hoje.

1.2 Justificativas

O planejamento de uma obra é ponto crucial para um bom andamento e economia de recursos, sejam eles financeiros ou humanos. Quando uma obra é bem planejada, o gestor sabe a quantidade de mão de obra a ser empregada em cada período da execução e o quanto será gasto de insumos e finanças em determinado período. Isso é de extrema importância do ponto de vista de custo e prazo, principalmente em se tratando de um momento de crise econômica como o que vive o país.

Em relação ao gerenciamento do cronograma especificamente, segundo Siemann *et al.* (2011), 60% das obras tem o cronograma definido na experiência do engenheiro executor, 24% na estrutura analítica do projeto, 13% em redes PERT/CPM, as quais serão explicadas no item 2.1.4 deste trabalho, e 3% em outras técnicas, o que mostra que em muitas empresas o que ainda impera é a previsão de custos e prazos avaliados pela experiência de um profissional. Tal prática pode mostrar visões deturpadas da análise de projeto devido ao conhecimento parcial do mesmo ou às exageradas ou insuficientes expectativas de gastos e prazos, levando a atrasos na execução e recorrentes estouros orçamentários.

O atraso na execução de uma obra tem diversas consequências, como custos adicionais inesperados, insatisfação e reclamação por partes dos clientes, redução da credibilidade no mercado e até mesmo consequências jurídicas.

O não cumprimento do prazo de uma obra pode ocorrer devido à inúmeros fatores. Em se tratando de imóveis residenciais, os principais motivos, de acordo com Siemann *et al.* (2011), são alterações de projeto por parte do cliente, incompatibilização de projetos e falta de mão de obra qualificada.

O atraso na entrega de empreendimentos é motivo de discussões, discordâncias e atribuições de culpa entre empreiteira e cliente tanto na esfera privada quanto entre empreiteira e Administração na esfera pública.

Para Siemann *et al.* (2011), são diversos os condicionantes que dificultam a execução de uma obra no prazo estabelecido. Dentre eles, pode-se citar os principais referentes à cada parte envolvida no processo.

- Relacionados ao incorporador/ proprietário:
 - Estimativa errônea de duração da obra pela falta de expertise e/ou falta de um estudo mais elaborado dos recursos e serviços envolvidos;
 - Má definição do escopo da obra, havendo, portanto, aditivos orçamentários, retrabalhos por falta de informações e detalhamentos executivos e extensão do prazo final de execução.
- Relacionados ao empreiteiro:
 - Execução mal feita, gerando retrabalhos que geram custos adicionais e atrasos no cronograma da obra.
 - Falta de fiscalização na obra para evitar erros e assim evitar retrabalhos.
 - Decisões mal tomadas no que diz respeito às soluções executivas no canteiro por parte do engenheiro, do mestre de obras ou do encarregado, as quais podem gerar retrabalhos e consequentes atrasos.
 - Falta de mão de obra qualificada, a qual requer um maior tempo de execução em determinados serviços em relação aos executados por uma equipe com boa experiência, treinamento e capacitação. Tal motivo gera a necessidade de compensar essa deficiência abrindo mão de horas extras, que, por sua vez, geram custos adicionais, fadiga, stress e aborrecimento aos trabalhadores e consequente perda na qualidade de execução.
 - Acidentes de trabalho por falta de fiscalização e de uma equipe especializada em Medicina e Segurança do Trabalho para mitigação desses fatores.
- Relacionados aos suprimentos e equipamentos:
 - Falta de planejamento na compra de suprimentos necessários ao andamento da obra. Como mencionado anteriormente, um cronograma de suprimentos é de extrema importância no decorrer da obra para que não haja nem falta de material ou mão de obra, nem

grande estocagem de material e efetivo desnecessário quando as frentes de serviço forem sendo liberadas, causando atrasos em um caso e custos adicionais de armazenamento e pessoal no outro.

- Problemas de projetos, como detalhamento deficiente, discordância nas formas de execução e decisões no canteiro e, principalmente, não compatibilização de projetos.

No caso da não compatibilização de projetos, uma ferramenta que vem auxiliando na mitigação dos efeitos causados por esse problema é a plataforma BIM (Building Information Modeling). Tal conceito de modelagem, através da parametrização de seus objetos ajuda na identificação de interferências entre projetos além de apresentar a funcionalidade de interação com o tempo de duração do empreendimento.

- Relacionados a fatores externos:

- Demora na análise e aprovação de projetos por parte órgãos públicos competentes, gerando atrasos não só para o início da obra, mas também se tornando um entrave no decorrer da mesma tendo em vista a severidade e as inúmeras fiscalizações.

- Outro fator bastante preponderante no atraso na execução de obras é o fator tempo. Por ser realizada normalmente em locais abertos, condições meteorológicas adversas como chuvas fortes, frio e calor extremos, umidade relativa do ar que incomodem, ventos fortes e até neve são motivos de paralização e, em alguns casos, até de impedimento da continuação do serviço por períodos prolongados.

Não só em questões gerenciais recaem os problemas de planejamento de uma obra. Questões burocráticas importantes também estão atreladas ao tema. Como o objeto de estudo do presente trabalho se trata de uma obra pública (novo prédio da Engenharia Florestal da Universidade de Brasília), nada mais cabível do que analisar as questões burocráticas, relativas ao tema abordado, de uma obra deste tipo.

A Lei 8.666/93 trata de penalidades relativas ao descumprimento e desrespeito às suas obrigações. No que diz respeito aos prazos contratuais, segundo o artigo 92 da Lei 8.666/93, terão pena de detenção de dois a quatro anos e deverão ainda pagar multa posteriormente avaliada aqueles que, sem autorização em lei, admitirem ou possibilitarem quaisquer modificações contratuais ou vantagens, inclusive relativas à prorrogação do contrato, em favor do contratado durante o processo licitatório ou até durante a contemplação dos contratos celebrados com o Poder Público.

Pode-se citar aqui alguns exemplos práticos de consequências jurídicas decorrentes de atrasos em obras, tanto na esfera pública quanto na privada.

O descumprimento contratual de um acordo de compra e venda de imóveis, que pode ter o atraso na entrega do empreendimento como causa, é tão usual que foi a razão da edição do enunciado da súmula 543 do Superior Tribunal de Justiça, a qual se encontra transcrita abaixo (BRASIL, 2015):

Na hipótese de resolução de contrato de promessa de compra e venda de imóvel submetido ao Código de Defesa do Consumidor, deve ocorrer a imediata restituição das parcelas pagas pelo promitente comprador - integralmente, em caso de culpa exclusiva do promitente vendedor/construtor, ou parcialmente, caso tenha sido o comprador quem deu causa ao desfazimento.

Outro caso pertinente foi relatado no Tribunal Regional Federal da Primeira Região, onde uma empresa do DF teve o contrato de execução de uma obra pública no estado do Rio de Janeiro rescindido por ato administrativo do Presidente em exercício do Superior Tribunal Militar, sofreu aplicação de multa e teve sua inidoneidade decretada por motivo de atraso na entrega da obra. (BRASIL, 2017)

Apresentada a maioria das causas e consequências da falta de planejamento cronológico em uma obra, pode-se afirmar que a elaboração minuciosa de um cronograma é de grande importância na realização de um empreendimento. Quando se fala em obras públicas, objeto de estudo desse trabalho, tanto o planejamento orçamentário quanto o cronológico são pautados em cima da base do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil, o SINAPI (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017).

A utilização dessa base para composição de preços e elaboração de cronogramas é motivo de discussões relativas à sua adequação. Por se tratar de uma base de dados gerada de forma conjunta pela Caixa Econômica Federal e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através de aferições realizadas em diversas obras e participação de conveniados ao Sistema, por muitas vezes ela é desacreditada por apresentar índices de produtividade que não condizem com a realidade. Tal discrepância gera problemas de atraso em obras visto que a mesma não corre na mesma velocidade que a prevista no cronograma inicial.

Por outro lado, a Caixa Econômica Federal e o IBGE dispararam em 2013 um processo de aferição das composições do banco de dados contratando a Fundação para o

Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia (FDTE) para essa árdua tarefa de revisar composições já existentes e criar novas composições que faltavam no Sistema para um estudo acertado da obra. (MATTOS, 2015)

Tomando como base os argumentos expostos, fica clara a necessidade da elaboração adequada e correta de um cronograma para o bom andamento da obra, redução de gastos desnecessários e minimização de riscos e problemas às partes envolvidas na construção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é analisar as práticas usuais na elaboração de cronogramas, tanto pela empresa contratada quanto com base no SINAPI, e, a partir das análises comparativas com o andamento real, verificar quais são os fatores que mais contribuem para a ocorrência de atrasos em obras públicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Um dos objetivos específicos desse estudo é verificar a adequação do cronograma real da obra em relação à base de índices e preços das licitações no Brasil, o SINAPI, o qual tem credibilidade no mercado por ser aferido em diversas obras por todo o país por meio de uma metodologia consagrada.

Outro objetivo específico é analisar a efetividade do cronograma elaborado pela empresa executora da obra em relação à realidade, bem como os parâmetros utilizados para sua elaboração, a fim de identificar os fatores de atraso em obras públicas por meio da análise dos desvios entre os cronogramas da execução da obra do novo prédio da Engenharia Florestal.

1.4 Fronteiras da Pesquisa

Por se tratar de um estudo complexo, tendo em vista a unicidade e riqueza de detalhes presente em cada obra, faz-se necessária a definição de algumas premissas a fim de direcionar a pesquisa para parâmetros gerenciáveis e conclusões mais assertivas.

As premissas consideradas no presente trabalho são:

- Para efeito da análise proposta pela pesquisa, foram considerados apenas os serviços de infraestrutura, superestrutura, paredes e serviços de execução da subestação de energia elétrica;

- Não houve falta significativa de materiais e/ou ferramentas que atrapalhassem o bom andamento da obra;

- Não houve atrasos na obra ocasionados pela quebra ou mal funcionamento de equipamentos utilizados para determinados serviços, tais como caminhões, bombas-lança, perfuratrizes, entre outros.

- Não foram considerados eventos que retardassem o trabalho da equipe de execução, tais como faltas esporádicas, pausas não programadas, diminuição de produtividade por desmotivação, doença, etc.

- Foram tidas como verdadeiras as informações presentes nos diários de obra e confirmadas pela fiscalização;

2 Fundamentação Teórica

Uma base teórica consistente permite uma adequada conceituação do que vai ser estudado, indicando bases e lacunas já conhecidas sobre o assunto para um posterior desenvolvimento sobre o mesmo, além de explicar e sintetizar os conhecimentos. (GIL, 2008)

Este capítulo busca mostrar estudos já realizados sobre a problemática da elaboração do cronograma no âmbito do planejamento de projetos, aprofundando o assunto teoricamente e dando um melhor entendimento acerca de conceitos e análises pertinentes ao objeto de estudo.

Primeiramente, será feita uma análise relativa às questões burocráticas e jurídicas pertinentes ao assunto tratado. Depois, por fins de elucidação, a elaboração do cronograma será explicada em um passo-a-passo prático, mostrando dicas e técnicas cabíveis. Após essa demonstração será apresentada uma breve introdução conceitual do SINAPI e a apresentação dos conceitos e modelos de aferição dos índices presentes nas composições, os quais, futuramente, serão ferramenta para o objetivo da pesquisa.

Por se tratar de uma obra pública, a mesma deve seguir os procedimentos licitatórios regidos pela Lei 8.666/1993 (BRASIL, 1993).

Segundo a Lei 8.666/1993, no seu artigo 7º, as licitações para execução de obras e para prestação de serviços devem obedecer à seguinte sequência:

- Projeto básico, que segundo o artigo 6º desta mesma Lei é caracterizado como:

conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do *prazo de execução*.

Onde o mesmo deve conter, entre outros elementos, dados necessários para elaboração do plano de gestão da obra, o que compreende a programação e a gestão do tempo do empreendimento.

- Projeto executivo;

- Execução das obras e serviços.

Segundo o parágrafo 2º do mesmo artigo, um dos requisitos para que a obra possa ser licitada é a existência de uma previsão de recursos financeiros que possibilitem as necessidades de execução da mesma de acordo com o cronograma previamente apresentado.

No que diz respeito aos atrasos e retardamento da execução da obra ou serviço, o artigo 8º, que trata da programação de execução de obras, diz em seu parágrafo único que “é proibido o retardamento imotivado da execução de obra ou serviço, ou de suas parcelas, se existente previsão orçamentária para sua execução total, salvo insuficiência financeira ou comprovado motivo de ordem técnica, justificados em despacho circunstanciado da autoridade”. Ou seja, em outras palavras, a obra não pode ser atrasada sem motivos a não ser que haja falta de recursos financeiros ou problemas técnicos de execução.

O cronograma de obra também é citado e posto em destaque na Lei 8.666/93 quando se trata das cláusulas contratuais necessárias em obras públicas em seu artigo 55, onde uma delas é a definição de prazos, sendo eles especificados em: início de execução, conclusão, entrega e de observação e recebimento definitivo da obra.

A prorrogação de prazos é comumente relatada em obras tanto públicas quanto privadas. No que concerne às obras regidas pela Lei 8.666/93, segundo seu artigo 57, parágrafo 2º, a prorrogação de prazos em obras públicas deverá ser devidamente justificada e autorizada pela autoridade competente. Já o parágrafo 3º trata o assunto de forma mais abrangente, relatando que é proibida a contratação de obras onde o prazo de vigência do contrato não tenha sido determinado.

A rescisão de contratos firmados para realização de obras públicas é algo, infelizmente, não tão incomum quanto se pensa. Entre diversos motivos que podem vir a causar tal efeito, podemos citar alguns referentes aos prazos do contrato, os quais estão presentes no artigo 78 da Lei 8.666/93 em seus incisos I, II, III, IV, V, XIV e XV e que estão diretamente relacionados com o cronograma da obra:

- Motivos relacionados ao contratado:
 - Não cumprimento das cláusulas contratuais referentes aos prazos pré-estabelecidos;
 - Constatação pela Administração da impossibilidade de conclusão da obra em tempo hábil condizente com o prazo pré-estabelecido;
 - Atrasos e/ou paralisações injustificados.

- **Motivos relacionados à Administração:**
 - Suspensão da execução por prazo superior a 120 dias, salvo em casos de força maior como guerras ou situações de calamidade pública;
 - Atraso superior a 90 dias dos pagamentos devidos, salvo, novamente, nos casos excepcionais supracitados.

Em todos esses motivos relacionados à Administração, o contratado tem o direito de optar a suspender o cumprimento dos termos contratuais até que a situação normal seja reestabelecida. Nesse caso e também em ocorrência de paralisação justificada e devidamente notificada, segundo o parágrafo 5º do artigo 79 da mesma Lei, o cronograma de execução deve ser prorrogado por igual tempo.

No que diz respeito às obras públicas e seus prazos relativos à licitação, o artigo 21 da Lei 8.666/1993 em seus parágrafos 2º e 3º diz que o prazo mínimo dado pela Administração para o recebimento das propostas por parte das empresas interessadas é de 45 (quarenta e cinco) dias no caso de concurso ou de concorrência no regime de empreitada integral ou do tipo “melhor técnica” ou “técnica e preço”.

2.1 Cronograma de Obra

A abordagem em relação ao planejamento e ao controle é muito difícil, sobretudo nos dias atuais, onde o a cultura do imediatismo se sobrepõe às boas práticas e à qualidade na hora de se pensar em um bom planejamento de obra, fazendo com que tudo nesse sentido seja menosprezado.

Como já afirmado no capítulo anterior, o curto prazo para entrega de propostas, quando se tratando de licitações públicas, é um grande impeditivo para um bom planejamento. A velocidade com que o mercado, tanto do ponto de vista do cliente quanto da própria administração interna da empresa, vem impondo e demandando para a resolução de problemas e conclusão de empreendimentos leva ao total despreparo de uma equipe quando se fala de traçar um plano coerente e de realizar um controle eficaz.

“Quanto maior o tempo gasto com planejamento em todas as fases do ciclo de vida do projeto, maiores as chances de sucesso do mesmo.” (Cleland, 1999 *apud*. Barcaui *et al.*, 2013). Quando se fala em gerenciamento, não se trata apenas do cronograma, produto final. Devem-se definir as atividades que serão realizadas, qual o sequenciamento delas, definir

os recursos que serão empregados em cada atividade (tanto de recursos materiais quanto de recursos humanos), estimar uma duração dessas atividades através da verificação e aferição da produtividade da mão de obra atuante para, enfim, termos uma base de dados consistente para a elaboração do cronograma.

2.1.1 Definição das atividades

O primeiro passo a ser dado para a elaboração de um cronograma é a definição das atividades envolvidas. Fica claro nesse quesito a importância que o conhecimento total do projeto e seu escopo têm no planejamento. Sem esse conhecimento fica impossível de definir as atividades corretamente, levando a uma base de dados falha desde o princípio, ou seja, por ser a base gerencial de um projeto, a definição das atividades deve ser feita com muita cautela e correção visto que são imprescindíveis para um bom planejamento.

Segundo Barcaui *et al.* (2013), quando se trata de análise do escopo da obra para a gerência do tempo e definição de atividades, deve-se levar em conta o objetivo do projeto, a estrutura analítica do projeto (EAP) e a descrição dos itens que compõem essa EAP. O objetivo tem como função organizar o projeto a ser realizado e servir como base no desenvolvimento da EAP, a qual tem sua serventia no aumento de precisão das estimativas de tempo, no auxílio para o desenvolvimento de uma *base-line* de execução e na possibilidade do controle tanto de um modo geral como específico por etapas pré-definidas. A decomposição dos pacotes de trabalho da EAP para melhor e mais fácil gerenciamento do projeto leva a uma perspectiva mais gráfica da EAP, partindo do nível do projeto em geral até o nível das atividades a serem desenvolvidas, sua base.

Quanto mais bem detalhada for a EAP, maior o número de pacotes de trabalho, “produtos” de entrega durante a execução da obra, e maior a precisão gerencial por representar com maior exatidão cada etapa do processo. Por outro lado, tal nível de detalhamento demanda um grande esforço gerencial e controle durante a execução, fazendo necessária a presença de uma equipe engajada e em constante comunicação para que essa tarefa seja realmente eficaz. Cabe então ao gestor do projeto decidir o nível de detalhamento da EAP levando em consideração a necessidade do projeto (técnicas importantes, controle mais rigoroso de prazo e/ou custo) e a capacidade de sua equipe para gerir e controlar a estruturação desejada.

O Project Management Institute (PMI), referência no gerenciamento de projetos, através do Project Management Body of Knowledge, PMBOK® (PMI, 2013), dá algumas recomendações mínimas referentes ao detalhamento da EAP. Entre elas, podemos destacar alguns pontos principais, como a necessidade de o escopo estar bem definido para que se inicie o desenvolvimento da EAP; a EAP deve descrever todas as atividades do projeto e assim definir a interdependência entre elas; cada elemento da EAP deve ser decomposto, quando necessário, em pelo menos dois elementos. Recomendações essas que devem ser adequadas ao projeto de acordo com as necessidades e capacidades da equipe gestora.

Como o intuito do trabalho é auxiliar gestores no quesito tempo, é importante ressaltar que a padronização das atividades, na medida do possível, é de grande valia quando se pensa na melhoria contínua do processo de planejamento de um projeto. Através da experiência vivida em diferentes empreendimentos, tal padronização permite a criação de um histórico das atividades, diminuindo as incertezas na elaboração da base de dados, como a estimativa de duração de determinada atividade por exemplo. No caso da engenharia civil esse processo de padronização é bem comum, como podemos ver nas composições do SINAPI (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017) por exemplo, onde podemos obter índices de produtividade, de recursos e de consumo de materiais para determinada atividade. A aferição da base SINAPI só é possível pela padronização dessas atividades através das composições.

A utilização de marcos, também chamados de *milestones*, é de grande relevância no planejamento de um projeto, pois permite a visualização temporal de eventos-chave no decorrer da execução, como a entrega final do projeto, entregas parciais de pacotes de trabalho, datas importantes ou restritivas ao projeto, ligação do andamento do projeto com gerenciamento de recursos, entre outros. Além disso, os *milestones* são essenciais para o processo de sequenciamento das atividades, tendo em vista que algumas atividades dependem da finalização de outras para serem iniciadas, são as chamadas aberturas de frentes de serviço. (BARCAUI *et al.*, 2013)

Como já mencionado no capítulo anterior, o mercado imediatista, a alta competitividade e os curtos prazos para envio de propostas são entraves para um bom planejamento da obra. Pelo pouco tempo disponível, é difícil ter o conhecimento por completo do escopo do projeto para a definição de prazos, custos e recursos. A incerteza também pode ser dada no escopo técnico da obra, quando não se tem certeza de como o projeto, ou algumas atividades do mesmo, será executado. Segundo Barcaui *et al.* (2013), é o chamado planejamento em projeto de escopo aberto, que tem como consequência as grandes margens de custo e prazo

para compensar o risco comercial assumido pela falta de um planejamento adequado. Tal planejamento é feito nas chamadas ondas sucessivas, as quais utilizam o planejamento feito etapa por etapa, atividade por atividade em sua sucessão, o que dificulta a precisão devido às constantes mudanças e à imprevisibilidade do andamento da obra.

2.1.2 Sequenciamento das atividades

O sequenciamento de atividades nada mais é do que a apresentação do conjunto de atividades definidas pela EAP em uma ordenação lógica, que condiga com o trabalho a ser realizado. Cada atividade é ligada à outra ou ao projeto final por meio de uma relação de precedência, o que cria uma cadeia de atividades as quais culminam na execução total do projeto.

Em função da complexidade dos projetos de hoje em dia, a utilização de softwares para o sequenciamento de atividades como o MS-Project[®] (MICROSOFT, 2016) vem se difundindo pela praticidade e eficiência, mesmo não sendo essencial para essa tarefa.

O sequenciamento das atividades nos leva a um diagrama de rede, que computa todas as atividades presentes no projeto e as relações de dependência entre elas. Para a elaboração de um diagrama de rede completo, se faz necessário que a equipe de gerenciamento do projeto esteja capacitada e munida de todos os documentos e informações necessárias, como declaração do escopo, listagem das atividades obtidas na EAP, *milestones*, etc.

É comum a progressão no que diz respeito ao nível de detalhamento do diagrama de rede visto a complexidade e grande quantidade de atividades de alguns projetos. Normalmente é elaborado um diagrama mais generalista inicial que, posteriormente, é aprimorado fase a fase do projeto.

Segundo Barcaui *et al.* (2013), para a elaboração de um diagrama de rede deve-se atentar às relações de interdependência das atividades que são basicamente quatro:

- Relação de fim-início, na qual uma atividade só se inicia no término de sua predecessora;
- Relação início-fim, na qual uma atividade só termina no início de sua predecessora;
- Relação início-início, na qual a atividade sucessora depende do início da predecessora para iniciar;

- Relação fim-fim, na qual a atividade sucessora depende do fim da predecessora para finalizar.

Após o estabelecimento dessas relações, pode-se então elaborar o diagrama de rede. Para tal, podemos utilizar técnicas já consagradas no mercado e que podem auxiliar o gestor nesse momento do planejamento. De acordo com Barcaui *et al.* (2013), existem basicamente três formas de elaboração do diagrama de rede:

- Método ADM (método de diagrama de setas), que utiliza apenas o uso das relações fim-início entre suas atividades, as quais são intituladas nas setas e acompanhadas de uma estimativa de tempo;
- Método PDM, mais comum nos softwares de planejamento do mercado, apresenta uma vantagem em comparação ao método ADM que é a representação das atividades nos nós enquanto as setas representam as relações de dependência entre elas, tornando o método mais prático e intuitivo;
- Método CDM (método de diagrama condicional), o menos difundido e utilizado no mercado, que utiliza de derivações probabilísticas, múltiplas saídas, condicionais e loops para a elaboração do diagrama, tornando-o bastante flexível, porém pouco comum no ambiente comercial por sua complexidade desnecessária.

Para a correta elaboração do diagrama de redes, necessita-se conhecer as relações de dependência entre as atividades. Tais dependências podem ser: obrigatórias, como a necessidade de se fazer o contrapiso antes de aplicar o revestimento de piso; arbitrárias, onde, por não fazer diferença, a equipe opta por qual atividade começar; externas, como a necessidade de emissão de licença ambiental para dar início às atividades na obra. (BARCAUI *et al.*, 2013)

Outro conceito importante na diagramação de rede são os conceitos de leads e lags, que nada mais são adiantamentos (leads) ou esperas (lags) possibilitados por fatores externos, decisões gerenciais ou até mesmo erros internos na execução.

2.1.3 Estimativa dos recursos

Depois de gerado o diagrama de rede, deve-se fazer a estimativa de recursos que serão utilizados durante a obra. Os recursos são todos os meios necessários para a realização das atividades previstas, como mão-de-obra, materiais e equipamentos.

A estimativa de recursos está intimamente ligada ao diagrama de rede e às diferentes atividades a ele atribuídas. O fator disponibilidade também é preponderante nesse quesito visto que é um fator limitante à alocação desses recursos.

As pessoas, que são os recursos humanos do projeto, são as peças-chave para o sucesso ou fracasso do planejamento de qualquer empreendimento, pois são eles os responsáveis pela execução de todas as atividades previstas. A medição e controle de desempenho desse recurso é um dos grandes desafios que concernem o gerenciamento de projetos e um dos fatores mais importantes na estimativa de duração de cada atividade. (BARCAUI *et al.*, 2013)

De antemão, precisamos diferenciar dois conceitos bastante confundidos: duração de atividade e trabalho. Segundo Barcaui *et al.* (2013), o trabalho é o esforço que o recurso, homem ou máquina, utiliza para realização de determinada atividade, pode ser medida em horas ou homens-hora. A duração da atividade é o tempo demandado para realização completa daquela atividade, medida em dias ou horas-úteis.

A estimativa de duração de uma atividade, e, por conseguinte, do projeto inteiro, recai em um ciclo de dependência da duração com o trabalho necessário e os recursos alocados.

O uso de métricas pré-estabelecidas, como os índices de produtividade aferidos pelo SINAPI, facilita bastante o trabalho de estimar a duração das atividades. Por outro lado, tal método aumenta as incertezas relativas à veracidade da estimativa, visto que pode haver variações inerentes a cada equipe, a eficiência de equipamentos, problemas relacionados a fatores externos, enfim, diversos condicionantes que podem alterar o resultado previsto com a utilização dessas métricas.

Uma relação importante a ser levada em consideração é a relação entre a disponibilidade de recursos, a duração e trabalho de uma atividade e o calendário. O calendário é de suma importância na elaboração de um cronograma, pois prevê a inclusão, ou não, de fins de semana como dias de trabalho, sendo eles também formas de acelerar a execução ou recuperar o andamento retardado por algum fator, prevê também os feriados que vão atrasar a execução, entre outros benefícios gerenciais. A disponibilidade dos recursos dá informações necessárias ao gestor para que ele possa calcular com maior precisão a duração total da atividade, assumindo o trabalho e carga horária por dia como constantes. Tomando o calendário

e a disponibilidade/quantidade dos recursos como base, pode-se, então, fazer a estimativa de duração da atividade com maior precisão.

De acordo com Barcaui *et al.* (2013), para estimarmos a duração das atividades devemos assumir algumas premissas como sendo verdadeiras, tais como inversa proporcionalidade entre a duração da atividade e o número de recursos, as constantes produtividade da equipe e carga horária/dia. Sendo assim, podemos calcular a duração de uma determinada obra através da equação 1:

$$Duração = \frac{Produtividade \times Trabalho}{Número \ de \ recursos} \quad (1)$$

Por exemplo, se temos 40m² de alvenaria a ser elevada (trabalho) e 2 pedreiros trabalhando 8h/dia (carga horária) e fazendo 0,25h/m² (produtividade) temos a seguinte duração representada na equação 2:

$$Duração = \frac{0,25 \ h/m^2 \times 40m^2}{2 \ (8h/dia)} = 5 \ dias \quad (2)$$

Porém, nem sempre a relação entre a duração da atividade e o número de recursos é inversamente proporcional. Quando se aumenta muito o número de recursos, a duração da atividade tende a estabilizar e até mesmo aumentar em determinadas situações, como em casos de falta de espaço físico para que todos possam trabalhar corretamente e de excesso de pessoal, gerando homens-hora improdutivos, que é um custo adicional gerado pela improdutividade de alguns recursos devido ao excesso de mão de obra desnecessário. (BARCAUI *et al.*, 2013)

A aferição da necessidade de recursos é um fator muito difícil de ser calculado pois depende da disponibilidade dos mesmos para ser verificado. Deve-se inicialmente fazer o cronograma geral das atividades e, com a estimativa de recursos, gerar um histograma de recursos para, com as informações de disponibilidade dos mesmos, fazer a melhor distribuição deles dentre as atividades. É o chamado nivelamento de recursos.

2.1.4 Estimativa de duração das atividades

Estimar a duração é uma das tarefas mais complicadas quando se trata do planejamento de um projeto. Por se tratar de um planejamento, devemos frisar que no quesito

tempo tudo deve ser considerado como uma estimativa e não com a realidade da obra. Por isso, quanto mais tempo se passa planejando, mais próxima da realidade se torna a estimativa.

Como já visto anteriormente, existem vários condicionantes na hora se estimar a duração de determinada atividade, como a produtividade da equipe, o número e disponibilidade dos recursos, *leads e lags* de execução, a qualidade de execução e competência da mão de obra.

O Project Management Body of Knowledge, PMBOK® (PMI, 2013) define duração como “número total de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades específicas com recursos estimados.”

A quantidade de recursos alocados em determinada atividade influencia bastante na duração da mesma, podendo ser até maléfica como vimos anteriormente. Porém, um erro bastante comum, cometido até mesmo por alguns softwares, é assumir a direta proporcionalidade entre a diminuição da duração com o aumento dos recursos. O fator produtividade é de extrema relevância e deve ser considerado nessa equação.

Segundo Barcaui *et al.* (2013), “projetos existem para dar lucro e não como experimentos que fazem uso do dinheiro do patrocinador.” Por esse motivo, o planejamento não deve ser amarrado às necessidades imediatistas que o mercado e/ou o cliente impõem, mas de acordo com práticas e técnicas adequadas de forma a dar segurança ao empreendimento e ao gerenciamento do mesmo.

Mesmo tomando as devidas cautelas, é bem comum o aparecimento de variações relativas às estimativas, ou seja, o planejado diferindo do real, devido aos diversos condicionantes que envolvem a estimativa de duração das atividades. Existem muitos motivos que levam a essa variância, como a inexperiência do gestor na hora de estimar as durações, interrupções na execução e paralizações inesperadas, diminuindo a produtividade, eventos fortuitos, faltas, erros e retrabalhos e variações estatísticas sem explicação por, exatamente, ser uma estimativa.

Por esses e outros motivos, o que pode vir a acontecer é a alteração do escopo do empreendimento, redução de funcionalidade ou alterações de métodos construtivos a fim de adequar a execução e os prazos aos objetivos do projeto.

Alguns conhecimentos podem vir a ajudar no que diz respeito à proximidade da estimativa com a realidade. Se possível, o conhecimento, através de bases de dados, da forma

e duração da execução de determinada atividade dá uma perspectiva melhor de como a estimar em próximos empreendimentos, diminuindo a incerteza nesse ponto. Saber minúcias específicas do local em que se situa a obra, tais como fatores naturais, cultura local, diretrizes de construção, burocracias restritivas, logística de recursos, entre outros, é um diferencial na hora da estimativa de tempo. Deve-se, ainda, estabelecer metas e premissas para basear as estimativas, como carga horária diária, dias trabalhados por semana, utilização ou não de finais de semana e conhecer os riscos inerentes à execução do projeto.

De acordo com Barcaui *et al.* (2013), no que diz respeito à obtenção de estimativas, podemos listar algumas técnicas que possam vir a auxiliar:

- Registros e dados precedentes, que, através de estimativas anteriores, dadas as premissas, erros, perfil dos trabalhadores, entre outros, aprimoram a estimativa de durações;
- Opiniões externas e/ou internas de pessoas especialistas nas atividades a serem elaboradas. A experiência também conta muito na hora de estimar tempos;
- Técnica Delphi. Essa técnica consta na estimativa dada por um grupo de cinco a dez especialistas, onde um moderador elimina a estimativa máxima e mínima. O moderador ajusta e justifica essas informações e as repassa novamente aos especialistas, dando início à uma nova rodada de palpites. Normalmente são realizadas três rodadas de palpites até que se chegue a números parecidos e mais acertados registrados em um histograma;
- Estimativa de três pontos, onde são considerados três cenários: otimista, pessimista e o mais provável. O tempo esperado da atividade analisada será a média ponderada entre as três situações, segundo a equação 3:

$$T_e = \frac{Otimista + Pessimista + (Mais\ provável \times 4)}{6} \quad (3)$$

- Estimativa paramétrica, onde se utiliza de fórmulas ou modelos matemáticos para se determinar a duração através de parâmetros quantitativos, como quantidades, número de pontos elétricos, etc;
- Estimativa por analogia, onde, por certa atividade ser similar à outra, baseia-se nela para estimar sua duração;
- Utilização de reservas de tempo, que consideram eventualidades e/ou paralizações na execução da atividade dadas pela gestão de riscos. São fatores de majoração das estimativas

que dependem do grau de risco daquela atividade, em que o fator de majoração aumenta de acordo com o grau de risco.

Além dessas boas práticas, podemos destacar ainda métodos que possam vir a auxiliar na obtenção de estimativas de duração. (CAMPBELL DINSMORE, P., CAVALIERI, A., 2003)

São eles:

- PERT (Project Evaluation and Review Technique), desenvolvido em 1958 para a Marinha americana, tem um foco na análise probabilística da estimativa de duração das atividades e utiliza basicamente a estimativa dos três pontos, porém a desenha como uma distribuição de probabilidade através de simulações;
- CPM (Critical Path Method), que consiste na estimativa de duração das atividades tomadas apenas com base na perspectiva mais provável de duração;
- Simulação Monte Carlo, a qual trabalha com uma curva de probabilidade x duração obtida estatisticamente por uma base de dados de projetos anteriores.

2.1.4 Elaboração do cronograma

Tendo em mãos as estimativas de duração das atividades, os recursos que serão alocados e o sequenciamento de tarefas, é possível juntar essas peças e elaborar o cronograma do projeto. Porém essa não é uma tarefa fácil, visto os condicionantes nela presentes.

Na hora de elaborar um cronograma deve atentar-se ao caminho crítico do diagrama de rede, às folgas, períodos de trabalho, calendário, restrições internas e externas e ajustes referentes aos recursos. Além disso, deve-se garantir a lógica e exequibilidade do cronograma, otimizando todos os recursos e atividades presentes para concluir o projeto no menor prazo possível. Segundo Barcaui *et al.* (2013), esse ajuste e otimização é fundamental nesse momento e é um diferencial para os gestores que os fazem com louvor.

A divisão dos pacotes de trabalho na EAP e a consequente subdivisão em atividades de acordo com os interesses dos stakeholders (partes interessadas do projeto) também são importantes no que tange traçado de metas e marcos de pagamento. Tal processo é comum quando falamos em obras públicas, onde a Administração, normalmente, paga a empreiteira de acordo com as entregas dos pacotes de trabalho.

Por motivos diversos, como restrições de data e desejos dos stakeholders, às vezes é necessário encurtar o cronograma, ou, falando de uma forma mais técnica, comprimi-lo. Existem técnicas para fazê-lo, como reestimar e aferir a duração de atividades críticas, rever as relações de dependência entre elas, tentando fazer com que elas sejam executadas simultaneamente de acordo com a disponibilidade de recursos, entre outras. (BARCAUI *et al.*, 2013)

A elaboração de um cronograma é uma tarefa iterativa, onde se busca o desenvolvimento mais otimizado para que os objetivos do projeto e dos interessados sejam atendidos. O cronograma elaborado será a chamada *base-line* (linha de base) para o acompanhamento e controle da obra. Cada alteração imprevista deve gerar revisões e ajustes no cronograma. É um processo contínuo, que só acaba com o fim da execução.

Um fator que tem bastante relevância na hora de montar um cronograma é a restrição de data. As restrições geram o início e/ou fim de uma atividade e sua flexibilidade. Existem três tipos de restrições: as restrições flexíveis, onde há um intervalo razoável para determinação do início ou término de uma atividade, seja ele mais cedo ou mais tarde, sem que o prazo final do projeto seja comprometido; as restrições semiflexíveis, onde o início ou o término de determinada atividade tem certa flexibilidade enquanto o outro é fixo; as restrições inflexíveis, onde não há espaço para adiantamentos ou antecipações, as datas de início e término dessa atividade são fixas. (BARCAUI *et al.*, 2013)

Um conceito essencial, senão o mais importante para a elaboração do cronograma é o conceito de caminho crítico. Ao elaborar um cronograma, fazemos uma análise do sequenciamento de atividades de frente para trás, determinando as datas mais cedo de início e fim, considerando as estimativas de duração, lags e restrições de data e recursos para se ter uma perspectiva da duração final do projeto. Após, faz-se uma análise de trás para frente para identificar o início e término mais tarde e as possíveis folgas no sequenciamento e duração das atividades, determinando assim o caminho crítico, que é o sequenciamento de atividades que dita a duração final do projeto. A folga total é a diferença entre as datas mais tarde e mais cedo. O caminho crítico é o sequenciamento com a menor flexibilidade, ou seja, com a menor folga apresentada, que normalmente se iguala a zero. Uma consequência do atraso na execução das atividades presentes no caminho crítico é o atraso do projeto como um todo, o que compromete todo o planejamento e exige compressões, quando possíveis, imprevistas no cronograma. (BARCAUI *et al.*, 2013)

O primeiro passo é calcular a duração final do projeto, fazendo o cálculo de frente para trás. Deve-se determinar a data de início da primeira atividade, que normalmente é determinada por um marco, como a assinatura do contrato, por exemplo, para que possamos calcular a duração final através do sequenciamento correto das atividades e da análise das ligações entre as atividades. Tais ligações podem ser: ligação direta predecessora-sucessora, ligação por ponto divergente, onde duas atividades sucessoras dependem de uma única atividade predecessora para serem iniciadas e ligação por ponto convergente, onde a atividade sucessora depende de duas atividades predecessoras para ser iniciada. (BARCAUI *et al.*, 2013)

O segundo passo é calcular as datas de término das atividades e as possíveis folgas através da análise do sequenciamento de trás para frente. A folga é a diferença do término mais tarde e o término mais cedo de cada atividade, que, dependendo de sua dimensão, dará mais opções ao gestor do projeto. Um dos objetivos desse passo é determinar o caminho crítico desse projeto, através do sequenciamento que apresenta menor flexibilidade em relação às folgas, para que se tenha maior controle dessas atividades no decorrer da execução, visto que quaisquer atrasos implicam no atraso do projeto como um todo. O segundo objetivo é auxiliar na distribuição de recursos através da verificação da flexibilidade cronológica das atividades, normalmente pautada pelas atividades que apresentam maior flexibilidade. (BARCAUI *et al.*, 2013)

É normal que a data de término prevista para o projeto não seja aquela almejada de princípio. Para isso, existem técnicas de aceleração do cronograma a fim de atender às expectativas iniciais de prazo dos stakeholders. (BARCAUI *et al.*, 2013)

A redução da duração do cronograma implica na redução da duração do caminho crítico, pois é ele quem dita a duração final do projeto. Tal redução pode ser feita por duas técnicas: a compressão, ou *crashing*, que é realizada basicamente pela adição de recursos com o intuito de acelerar a execução de determinadas atividades do caminho crítico e o paralelismo, ou *fast-tracking*, que busca a execução de atividades, ou até mesmo de pacotes de trabalho inteiros, de forma paralela, quando de início elas eram previstas para serem realizadas sequencialmente. Tais técnicas oferecem riscos ao projeto, tais como aumento de custos e perda na qualidade de execução e, portanto, na medida do possível, devem ser evitadas. (BARCAUI *et al.*, 2013)

Dado e definido o cronograma-base do projeto, é necessário que, conjuntamente com o início da execução das atividades, se dê início ao processo de controle do

cronograma da obra, gerenciando os fatores que o modificam e garantindo o planejamento prévio relativo ao prazo. A documentação e o registro de todas as alterações no cronograma são de suma importância para que sejam tomadas as devidas providências e que se tornem aprendizado para futuros empreendimentos. (CAMPBELL DINSMORE, P., CAVALIERI, A., 2003)

Para melhor análise e controle do cronograma, pode-se lançar mão do gráfico de barras, mais conhecido como Gráfico de Gantt. Tal ferramenta nos permite visualizar graficamente o sequenciamento, as datas de início e término e a duração das atividades através de barras horizontais em uma matriz temporal, além de dar uma boa perspectiva em relação à distribuição de recursos, já que dá uma visão do paralelismo na execução das atividades. O controle se dá na superposição das barras de atividades já executadas sobre as barras referentes a *base-line*, que se diferenciam pelas cores. (CAMPBELL DINSMORE, P., CAVALIERI, A., 2003)

2.2 SINAPI

Neste item será apresentado um dos parâmetros métricos utilizados para a elaboração de cronogramas: o Sistema de Referência SINAPI. Utilizado primordialmente como base de custos para orçamentação de obras públicas, o SINAPI também serve de auxílio nas estimativas de duração de atividades ao prover índices de produtividade aferidos.

O SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices na Construção Civil (Caixa Econômica Federal, 2015), foi implementado em 1969 pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), o qual seria sucedido pela Caixa Econômica Federal em 1986, em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Inicialmente criado como base de custos e índices para a construção civil habitacional, o SINAPI, após necessidades de outros empreendimentos, passou a ser base também para obras de saneamento e de infraestrutura urbana. Após o aumento de atribuições dessa base de custos e índices, o SINAPI passou, através da Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2003, a balizar os custos de serviços contratados pela União. (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

A partir de 2009, a Caixa passou a disponibilizar as composições de índices e custos dos serviços na Internet a partir de uma base de dados, o Banco Referencial, concedida por instituições públicas colaboradoras. O Banco Referencial passou a ser o principal meio de consulta aos custos e índices embutidos nos serviços da construção civil.

Como dito anteriormente, a Caixa Econômica Federal e o IBGE dispararam, em 2013, um processo de aferição das composições do banco de dados a fim de revisar composições já existentes e criar novas composições que faltavam no Sistema.

As novas composições são disponibilizadas periodicamente no sistema e seguem uma nova metodologia de implementação de índices como a utilização da Árvore de Fatores, a qual será analisada no próximo subitem, que vem auxiliar na precisão de índices de produtividade relacionados a diferentes vertentes dentro de um mesmo serviço, como utilização de equipamentos distintos e diferentes especificações de insumos. (MATTOS, 2015)

Em 2016, foi publicada a Lei 13.303, a qual trata do SINAPI como base e referência oficial de custos para orçamentação de obras públicas, aumentando ainda mais a importância do SINAPI nesse meio. (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

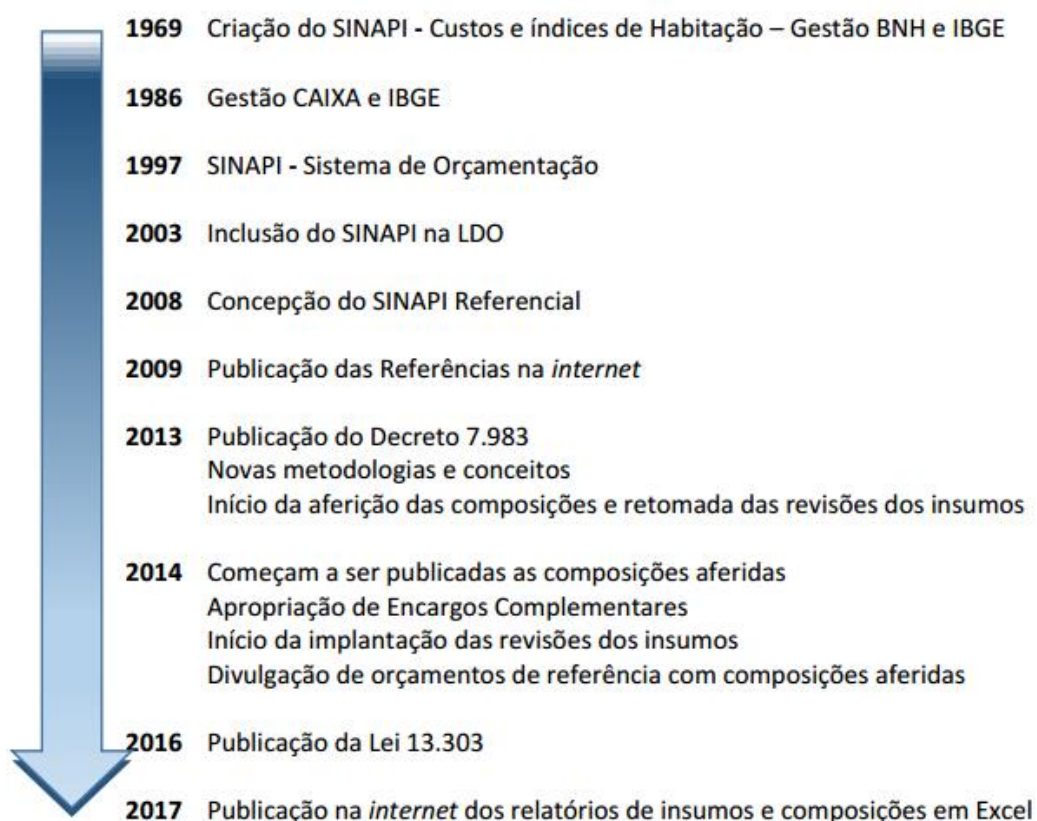


Figura 1- Histórico do SINAPI (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

2.3 Metodologias e conceitos do SINAPI

O SINAPI tem como sua principal função ser base de orçamentação para obras. No entanto, para tal, o IBGE, conjuntamente com a Caixa Econômica Federal, deve elaborar composições dos serviços através de uma análise de utilização de insumos e de preços para cada região do Brasil. Cada composição de serviço deve conter sua descrição, a unidade de medida utilizada para sua quantificação, os insumos e composições auxiliares, que compõem as equipes e serviços de apoio, necessários para sua execução e o coeficiente de consumo (materiais) e de produtividade (mão de obra) dos recursos utilizados, conforme exemplificado no subitem anterior.

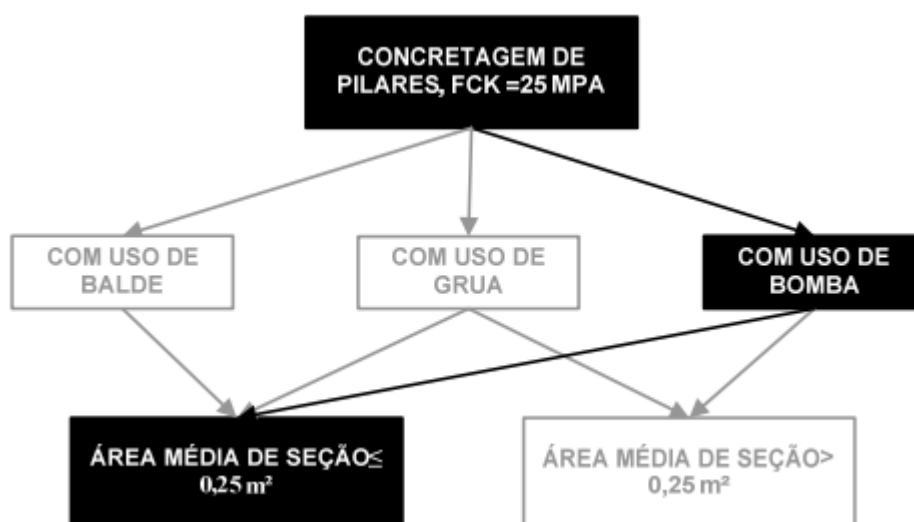
Para que os valores apresentados nas composições sejam os mais próximos possíveis da realidade, o SINAPI realiza um sistema de aferição dessas composições. O processo de aferição atualiza e amplia o banco de dados de composições à medida que as composições vão sendo alteradas e corrigidas e novos serviços vão sendo incluídos. Tais aferições são baseadas em dados coletados em obras espalhadas no Brasil inteiro, públicas e privadas, pequenas e grandes, executadas por grandes e pequenas empresas e diferentes equipes.

Com o intuito de tornar a aferição dos coeficientes a mais condizente possível com a realidade, o SINAPI não leva em conta somente o tempo efetivo de execução do determinado serviço, mas também o tempo improdutivo do trabalhador, provindos de pausas para descanso, troca de frente de trabalho, deslocamentos, instruções e reuniões, entre outros motivos, assim como as perdas de materiais. O tempo ocioso do trabalhador, bem como eventos extraordinários como greves, lesões, questões meteorológicas impactantes, retrabalhos, entre outros, e as composições inerentes ao transporte de material não são levados em consideração na hora do desenvolvimento dos coeficientes, por exatamente serem imprevisíveis e variáveis. (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

A fim de adequar as composições com os perfis de cada serviço mais detalhadamente, o SINAPI utilizou a chamada Árvore de Fatores, que identifica e separa as composições de acordo com os fatores de produtividade e consumo que afetam cada grupo de serviço. Tal método facilita e torna mais apropriada sua utilização pelo usuário.

Segundo o SINAPI (2015), a composição analítica do serviço de concretagem de pilares com $f_{ck} = 25$ MPa, por exemplo, segue a seguinte ordenação:

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.CCTG.003/01	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3
Código SIPC		
92720		
Vigência: 12/2015		Última atualização: 12/2015



COMPOSIÇÃO				
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1920
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990
I	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M ³	1,1030
C	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0680
C	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1310

Figura 2- Composição do serviço de concretagem de pilares pelo "novo" SINAPI (Caixa Econômica Federal, 2015)

Os fatores de diferenciação dessa nova composição em relação à antiga são os equipamentos utilizados para a concretagem (balde, grua ou bomba) e a área média da seção do pilar (maior ou menor a 0,25 m²). A composição de coeficientes segue o encaminhamento especificado na árvore de fatores, o que facilita a análise de condições de serviço para determinada atividade e, conseqüentemente, aumenta a qualidade na elaboração de cronogramas e orçamentos.

De acordo com Mattos (2015), outra ferramenta inovadora utilizada nesse novo processo de composição de índices de serviços é a utilização de composições representativas, que agrupam composições mais específicas representativas de tipologias recorrentes em projetos. Como o SINAPI é base de referência para muitas obras com projetos padronizados, como no caso das residências do Programa Minha Casa Minha Vida, a composição representativa facilita a análise de serviços repetitivos e aumenta a precisão na elaboração dos índices de consumo.

Ao final do processo de aferição, as composições e suas árvores de fatores são reunidas nos Cadernos Técnicos, codificados em lotes, que identificam a natureza do serviço; classes, que separam os serviços de acordo com a etapa da obra em que eles estão inseridos; grupos, que é uma subdivisão das classes para maior detalhamento; números e sequenciais, que designam as combinações entre as composições originais e auxiliares possíveis. (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

A metodologia utilizada para realizar a aferição é internacionalmente reconhecida e consiste em basicamente analisar a eficiência em transformar os recursos, sejam eles materiais, equipamentos ou mão de obra, em serviços.

Para o caso estudado, analisaremos apenas o método de aferição relativo à mão de obra, o qual retorna os coeficientes temporais para a realização de determinado serviço. Segundo o IBGE e a Caixa Econômica Federal (2017), a eficiência da mão de obra é derivada da relação entre o esforço empregado, homem-hora (Hh), e o resultado obtido, quantidade de serviço (Qs). Tal relação, a Razão Unitária de Produção (RUP) pode ser expressa pela equação 4:

$$RUP = \frac{Hh}{Qs} \quad (4)$$

Por apresentar variações decorrentes do ritmo da equipe e outros fatores intervenientes, a RUP é calculada no decorrer de alguns dias, normalmente cinco, a fim de

calcular uma RUP cumulativa, que representa uma tendência mais acertada para esse índice. Com a análise das RUP's diárias, pode-se fazer uma RUP potencial, a qual representa uma curva ótima, porém improvável, da produtividade da equipe, estabelecida pelas maiores RUP's calculadas no período estudado.

Cada serviço é observado em diversas obras a fim de coletar o maior número possível de dados e obter um valor médio representativo do tempo necessário para execução. A partir desses dados, faz-se uma análise relativa para obtenção da RUP apropriada, representativa do total de amostras e que se encontra entre a RUP cumulativa e a potencial. De forma análoga ao da mão de obra, é feita a aferição da eficiência dos equipamentos. (IBGE & Caixa Econômica Federal, 2017)

O serviço de aferição é delegado a vários órgãos e universidades do Brasil. A própria UnB foi utilizada para esse processo. Segundo Silva (2017), aluno de engenharia Civil na Universidade de Brasília e membro da comissão montada pela universidade para fazer a coleta de dados para o processo de aferição de composições, o SINAPI delega à universidade uma lista de serviços a serem aferidos juntamente com uma planilha padrão a ser preenchida. Tendo recebido a lista de serviços diversos, os colaboradores percorrem obras que estejam realizando tais serviços e os analisam, contando sempre com a boa vontade dos responsáveis das obras para que fossem liberados a fim de analisar os serviços demandados durante o tempo estipulado. A descrição da obra e da construtora também é importante para elaborar índices condizentes com quaisquer tipos de obra ou empresa.

Para o serviço de gabarito de obra, por exemplo, o fiscal deve fazer um croqui do local de serviço, descrever a sequência executiva do serviço proposto, quantificar o serviço a ser executado, caracterizá-lo (altura do gabarito, tipo, utilização de tábua corrida, cavalete ou piquete), caracterizar os materiais e equipamentos utilizados bem como a equipe que executará o serviço para, enfim, medir o tempo de execução. (SILVA, 2017)

Segundo Silva (2017), a coleta de dados é feita durante um turno do dia, manhã ou tarde, durante no máximo cinco dias. Se o serviço durar menos que cinco dias, melhor, pois a medição será representativa do serviço como um todo. As pausas e paralizações, inerentes ao serviço, são também contabilizadas.

De forma a padronizar o processo, o SINAPI envia aos colaboradores uma planilha padrão para preenchimento dos dados coletados em campo. Essa planilha contém dados como: nome do operário; função do operário; equipamento utilizado; atividade executada

(ex.: cavar buraco); quantidade (ex.: 60cm); consumo de material (se houver); perdas (se houver); hora de início (hh:mm:ss) e hora de fim (hh:mm:ss). Tais dados são preenchidos e enviados de volta à comissão de aferição do SINAPI para transformá-los em índices presentes nas composições. (SILVA, 2017)

3 Metodologia

Segundo Gil (2008), o presente trabalho pode ser definido como uma pesquisa aplicada, explicativa e como um estudo de caso. Tais definições, por mais abrangentes que sejam, permitem um melhor encaminhamento no que diz respeito à elaboração metodológica do assunto estudado.

Por se tratar de uma pesquisa aplicada, a presente monografia busca a utilização e conhecimento das consequências práticas dos resultados obtidos na pesquisa. O foco da mesma não é desenvolver teorias e leis, mas demonstrar, praticamente, conhecimentos técnicos sobre o assunto.

A presente pesquisa pode também ser classificada como explicativa, visto que concerne em identificar fatores que acarretam determinado fenômeno. No caso, identificar quais são as causas que geram atrasos e paralizações na execução de certos serviços em uma obra.

Pelo fato de ser um estudo de caso, visa um estudo e observação mais aprofundados de objetos mais específicos, buscando um detalhamento mais preciso daquilo que se pretende definir. Por outro lado, segundo Yin (1981 *apud*. Gil, 2008), tal enfoque único em determinado objeto de estudo tem sido criticado por não ter rigor metodológico no desenvolvimento da pesquisa, pela dificuldade de generalização dos resultados obtidos e pelo tempo demandado para que se realize um estudo de caso.

De acordo com Gil (2008), a possibilidade de verificação é o que diferencia o conhecimento científico dos demais. Por esse motivo é necessário que haja uma metodologia, ou meios de identificação das operações mentais e técnicas, utilizada para chegar ao resultado proposto no trabalho apresentado. Para a apresentação do resultado que será proposto serão utilizados três métodos para proporcionar os meios técnicos de garantia da objetividade e precisão dos estudos. São eles:

- Método observacional, um dos métodos mais antigos e utilizados que existe, consiste em basicamente observar e tomar nota de mudanças e comportamentos apresentados no objeto de estudo. No caso da obra estudada, observar possíveis erros de execução que possam vir a influenciar a alteração de prazos, observar a quantidade de recursos utilizados para determinadas atividades, observar a evolução física diária, semanal e mensal da obra, entre outras observações;

- Método comparativo, que visa ressaltar as diferenças, variações e semelhanças apresentadas entre os elementos do estudo. No estudo de caso, será utilizado para comparação entre os resultados obtidos do cronograma da empresa e o cronograma real e entre os resultados obtidos do cronograma elaborado com base no SINAPI e o cronograma real de obra. Mesmo não sendo objeto do presente estudo, posteriormente pode ser feito um estudo comparativo dos resultados encontrados neste estudo de caso com uma ou mais obras para confirmação e validação de resultados.
- Método monográfico, que consiste em assumir que o estudo de caso apresentado, quando bem aferido e aprofundado, pode ser considerado representativo de outros casos semelhantes. Como será desenvolvido mais à frente no trabalho, o método indutivo está presente no referido estudo de caso.

3.1 Estruturação da pesquisa

Segundo Gil (2008), todo processo de pesquisa é baseado em três principais frentes: planejamento, que envolve a conceituação e o conhecimento teórico de base, a obtenção de dados, que concerne à coleta das informações dadas no objeto de estudo, e a análise e interpretação dos resultados observados na pesquisa.

Tendo sido feitas as conceituações e adquiridos os conhecimentos teóricos sobre o assunto nos capítulos precedentes, a seguinte pesquisa será estruturada em cinco etapas principais:

- 1) Definição de quais serviços serão estudados para as análises posteriores;
- 2) Elaboração de um cronograma com base nos índices de produtividade dados pelo SINAPI;
- 3) Obtenção de dados e análise de metodologias do cronograma apresentado pela empresa que executará a obra;
- 4) Obtenção de dados e controle do andamento real da obra;
- 5) Análise comparativa entre esses três parâmetros.

3.2 Definição dos serviços estudados

Por motivos de limitação de tempo e complexidade, os serviços que serão objetos desse estudo serão os serviços de infraestrutura, como execução dos blocos de coroamento e das vigas baldrame, de superestrutura, como execução de lajes, vigas e pilares,

serviços relacionados à execução de alvenaria de fechamento e serviços de execução da subestação de energia elétrica.

3.3 Obtenção de dados do Cronograma pré-existente

Em uma licitação, a Administração deve prover aos interessados o prazo para execução da obra ou serviço. No caso da licitação da UnB para construção do novo prédio da Engenharia Florestal, foi dado um prazo de 360 dias corridos. A própria administração pode elaborar o cronograma, o orçamento e o projeto da obra licitada, porém a UnB contratou uma empresa para realizar esses serviços através de uma ata de registro de preços, onde uma empresa realiza os serviços de projeto para a Administração por um período de tempo determinado.

Depois de realizado o processo licitatório, a empresa vencedora deve elaborar seu próprio cronograma de obra de acordo com seu planejamento, visando sempre a adequação de seus recursos, tanto humanos quanto financeiros. No caso da empresa vencedora da licitação, segundo o responsável técnico da obra, o planejamento foi feito com base nas composições do SINAPI e também na experiência do responsável técnico da obra, onde cada pacote de trabalho foi destrinchado em atividades e cada atividade teve sua duração estimada por essas bases. Outro ponto importante para a elaboração desse cronograma foi a relação gastos x faturamento mensal. A empresa deve planejar bem o custo mensal que terá com a obra assim como sua receita para que haja um balanço financeiro positivo e não ocorra problemas de falta de recursos a ponto de atrasar a execução da obra ou até mesmo o seu abandono por falência.

Depois de feito o planejamento, a empresa deve apresentar o cronograma elaborado ao licitante para aprovação. Tal aprovação, no caso da UnB, por exemplo, é feita observando possíveis falhas de sequenciamento de atividades, prazos muito estendidos para determinada atividade crítica, paralelismos inexecutáveis, entre outras particularidades. Após aprovado, o cronograma será utilizado para balizamento e planejamento da empresa e também para fiscalização, medição e pagamento por parte do licitante. O cronograma aprovado está presente no Anexo I do presente trabalho.

3.4 Elaboração do cronograma com base no SINAPI

Como já mencionado no capítulo anterior, o SINAPI foi elaborado inicialmente com propósitos de orçamentação. Sua utilização com fins de elaboração de cronograma é uma adaptação de sua finalidade visto que o Sistema apresenta composições detalhadas dos serviços com seus respectivos índices de produtividade e de utilização dos recursos.

A elaboração do cronograma dos serviços previamente citados no item 3.2 com base no SINAPI será feita com a utilização do MS-Project[®] (MICROSOFT, 2016), software para gestão de projetos e elaboração de cronogramas. A EAP será destrinchada nas respectivas atividades, que terão suas durações estimadas pelos índices do SINAPI e pela quantidade de recursos apresentada pela empresa para cada atividade. O sequenciamento será feito de acordo com o cronograma elaborado pela empresa.

3.5 Obtenção de dados do andamento da obra

A obtenção de dados para a elaboração do cronograma real da obra é talvez a tarefa mais árdua e crítica do presente trabalho. Para uma coleta precisa e consistente de dados é preciso que seja feito um acompanhamento contínuo do que está sendo feito na obra, do quanto está sendo feito, por quem está sendo feito e por quantos está sendo feito. Para isso, é necessário que haja um contato direto com o responsável técnico da obra, para o conhecimento do andamento da execução e da equipe que estará empenhada na realização das atividades, bem como com a equipe fiscalizadora da obra, para a confirmação de dados e consolidação das informações. Os dados obtidos com a equipe fiscalizadora da obra são bastante precisos tendo em vista que é ela quem faz o controle de qualidade, o acompanhamento da execução e a medição dos serviços executados para que a mesma possa aprovar o faturamento mensal da empresa de acordo com o que ela executou e com o que estava previsto no cronograma físico-financeiro.

3.6 Análise comparativa de cronogramas

Tendo em mãos os três parâmetros (cronograma da empresa, cronograma elaborado com base no SINAPI e o cronograma real da obra), pode-se, então, fazer uma análise crítica comparativa entre eles. Tomando como *base-line* ora o cronograma da empresa, ora o

cronograma elaborado com base no SINAPI, podem ser analisadas as variações deles em relação ao cronograma real da obra. É a chamada análise de variância, presente durante a fase de execução e controle da obra, onde são analisadas as diferenças entre o planejado e o que de fato foi realizado. Análise essa que tem como consequências ações corretivas e de compressão do cronograma, por exemplo, de acordo com o plano de gerenciamento.

A partir dessa análise, podem-se inferir quais são os principais fatores causadores de atrasos e paralizações nos serviços estudados em uma obra desse tipo.

O método indutivo parte de um dado particular e generaliza o produto final do trabalho proposto. Segundo Gil (2008), a generalização, é obtida a partir de observações confirmadas de casos particulares. Logo, por estarem presentes na maioria das obras e por se tratarem de serviços críticos para o andamento da execução, pode-se induzir que os fatores encontrados no resultado do estudo são causadores de atrasos e paralizações no cronograma de grande parte das obras.

Por outro lado, a conclusão obtida por meio de uma indução é uma verdade que não foi premissa para o início da investigação, por esse motivo as conclusões indutivas não são consideradas como verdades absolutas, mas como verdades prováveis. (GIL, 2008)

4 Cronograma com Base no SINAPI

Conforme explanado no capítulo 3 do presente trabalho, o cronograma elaborado com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, o SINAPI, foi feito utilizando-se como insumos os índices de produtividade apresentados no Sistema bem como os recursos humanos utilizados pela empresa para a execução dos serviços.

Tendo em vista a impossibilidade da presença diária na obra, utilizou-se os diários de obra para o levantamento do efetivo utilizado na execução dos serviços. Considerou-se como verdadeiras e precisas as informações presentes nos diários de obra passadas pela empresa executora e verificadas pela fiscalização.

O primeiro passo da elaboração deste cronograma foi a descrição da EAP tomando como base o orçamento apresentado no processo licitatório. Cada serviço presente no escopo do trabalho foi relacionado com o código SINAPI correspondente, tendo seu quantitativo, equipe e respectivas produtividades levantados.

O efetivo presente na obra foi verificado nos diários de obra apresentados pela empresa executora e aprovados pela fiscalização. Para o cálculo do efetivo a ser computado, utilizou-se um efetivo médio apresentado nos períodos de maior representatividade de cada serviço segundo informações providas pelo engenheiro responsável pela obra. Nos períodos em que haviam concomitância de representatividade dos serviços, considerou-se uma ponderação dos recursos tomando como base os períodos não-conflitantes. Nos diários de obra, não foram computados especificamente os cargos de ajudante de armador e de ajudante de carpinteiro, profissões essas que estão definidas pelo SINAPI como equipes a serem utilizadas na execução dos serviços considerados neste trabalho. Por indicação do engenheiro responsável da obra, considerou-se um terço do efetivo de armadores e carpinteiros para compor esses cargos.

O cálculo do tempo se deu no produto do quantitativo do serviço com a produtividade da equipe, dividido pelo efetivo calculado. Considerou-se, segundo informações presentes nos diários de obra e expressas verbalmente pelos responsáveis técnicos, oito horas de tempo de serviço diário para o cálculo de dias úteis.

Nos casos em que havia mais de uma equipe trabalhando no mesmo serviço, foi considerado o maior tempo entre eles, tendo em vista que a produtividade apresentada pelo SINAPI não representa tempo de execução de forma em que deveriam ser somados os tempos calculados de execução para cada equipe, mas sim o esforço em homem-hora para execução

daquele determinado serviço, e para tal, considerou-se o trabalho simultâneo das equipes em cada serviço separadamente. A planilha com a listagem dos serviços, seus respectivos códigos SINAPI, quantitativos, equipes, efetivos, produtividades e tempos de execução está presente no Anexo II do trabalho.

Para facilitar a visualização e comparação com os outros cronogramas, agrupou-se os serviços nas categorias apresentadas no cronograma apresentado inicialmente pela empresa executora: Infraestrutura, Superestrutura e Paredes. Os serviços de execução da subestação estão embutidos nessas três categorias.

O sequenciamento das atividades foi um ponto crítico na elaboração deste cronograma. Por ser uma grande construção e pelo fato da obra ser muito dinâmica a ponto de se perceber a concomitância de execução de diversos serviços, o sequenciamento considerou o ordenamento aproximado presente no planejamento inicial da empresa executora para disparar os gatilhos de iniciação dos serviços. De acordo com o cronograma presente no Anexo I deste trabalho, os serviços de superestrutura foram iniciados quando cerca de 40% dos serviços de infraestrutura tinham sido executados e os serviços de elevação de paredes foram iniciados quando cerca de 35% dos serviços de superestrutura tinham sido executados.

Com a definição das atividades, estimados os tempos de execução de cada uma delas e as tendo devidamente sequenciadas, pôde-se elaborar o cronograma, o qual está presente no Anexo III do presente trabalho.

Para os serviços da superestrutura especificamente (pilares, vigas e lajes), os tempos apresentados no cronograma não são os mesmos encontrados no cálculo feito com base no SINAPI separadamente de cada serviço. Isso se dá pelo sequenciamento entre eles, o qual não segue uma relação de precedência direta, fazendo com que o tempo total de presença do serviço na obra se estenda.

5 Cronograma Real da Obra

O cronograma real da obra foi feito de forma a compilar as informações presentes nos diários de obra. Fez-se uma análise dia-a-dia da obra através dos diários para identificação de pontos cruciais para elaboração deste cronograma, tais como início e fim de serviços, notas explicativas de acontecimentos, desenrolar de conflitos, entre outros pontos que serão abordados mais a fundo no próximo capítulo.

Para efeito de elaboração do cronograma real da obra, a análise dos diários foi feita verificando-se os serviços que estavam sendo executados separados em: Subestação, Infraestrutura, Superestrutura e Paredes. Tal separação, assim como no cronograma com base no SINAPI, foi feita para facilitar a visualização e posterior comparação e análise de divergências com o cronograma apresentado inicialmente pela empresa executora. A verificação do andamento foi representada semanalmente conforme representatividade de execução do determinado serviço. Exemplo: Considerando uma semana com cinco dias úteis, se determinado serviço foi executado em três ou mais dias, o mesmo foi considerado representativo na semana, do contrário, não. Tal método foi utilizado para auxiliar a visualização do andamento e tornar o processo de elaboração do cronograma gerenciável. A tabela com os serviços analisados semanalmente conforme o método supracitado está presente no Anexo IV deste trabalho.

Ao contrário do que se espera e planeja, os serviços não são contínuos devido a diversos fatores. As interrupções foram representadas neste cronograma para que sejam motivos de posterior avaliação e discussão no penúltimo capítulo do presente trabalho.

O cronograma real da obra está presente no Anexo V.

6 Análise dos Pontos Divergentes entre os Documentos

6.1 Cronograma SINAPI x Cronograma Real

Tomando como base os cronogramas elaborados no capítulo anterior, foi possível traçar as curvas de porcentagem de execução para cada serviço analisado em função do tempo.

O fluxo de execução real da obra foi traçado através das medições protocoladas pela empresa executora e aprovadas pela fiscalização. A medição em obras públicas descreve o serviço realizado pela empresa executora para compará-lo com o que havia sido previsto no cronograma físico-financeiro (Anexo I) a fim de pautar o pagamento correspondente por esse período e escopo executado. A medição é feita pela empresa executora e sua veracidade é apurada pela fiscalização, a qual a autoriza e envia ao departamento financeiro em caso de concordância entre as partes. Caso contrário, ou seja, caso a fiscalização não concorde com a medição emitida pela empresa executora, a última tem a possibilidade de refazer a medição e apresentar as memórias de cálculo a fim de entrar em consenso com a fiscalização e assim ser paga por seus serviços.

As medições só são pagas, dentro do período previsto, pela completude de execução dos serviços propostos. Por exemplo, se para determinado período foi prevista a execução de 37% dos serviços de infraestrutura, o valor correspondente à esse serviço previsto em orçamento só será pago à empresa executora caso os mesmos 37% tenham de fato sido executados. Se for executada uma porcentagem menor que 37%, por mais próxima que seja ao estipulado, do escopo previsto, a empresa não receberá nada por isso. Caso a empresa execute mais que o previsto, ela receberá apenas pelos 37%, a não ser que a execução ultrapasse também o limite previsto para um próximo período de medição, podendo, nesse caso, a empresa executora receber pelos dois períodos em uma mesma medição.

Tal imprecisão apresentada pelas medições foi um desafio para a elaboração do fluxo de execução real da obra pelo fato de não ser sabida a real porcentagem de execução dos serviços no período apresentado. Citando o exemplo apresentado anteriormente, se a medição apresentasse uma porcentagem de 0% de execução, na realidade ela poderia ter sido de qualquer porcentagem menor que 37%, invalidando a informação apresentada. Da mesma forma, caso a medição apresentasse um valor maior que 37%, na realidade esse número poderia ser maior, podendo chegar até o limite de execução prevista para o período posterior. A solução

adotada para tentar amenizar essas diferenças foi a utilização do cronograma real da obra para pautar o início e fim reais dos serviços e informações providas tanto pela fiscalização quanto pelo engenheiro responsável pela obra, os quais informaram que a porcentagem de execução real era bem próxima daquela apresentada nas medições, podendo variar em até 10% para cima, dependendo do caso. A planilha de medições utilizada nesse trabalho pode ser vista no Anexo VI deste trabalho, na qual as medições estão divididas por cores, sendo:

- Medição 01: Verde Escuro
- Medição 02: Vermelho
- Medição 03: Preto
- Medição 04: Amarelo Escuro
- Medição 05: Roxo
- Medição 06: Verde Claro
- Medição 07: Cinza
- Medição 08: Rosa

O fluxo de execução com base no SINAPI foi definido utilizando-se uma curva “S”, onde a execução começa em um ritmo lento, aumenta gradativamente com o decorrer do tempo e diminui novamente ao final do processo executivo, tendo como limites as datas de início e fim do serviço definidas pelo cronograma com base no SINAPI apresentado no Anexo III.

Como o cronograma com base no SINAPI não apresenta explicitamente os serviços referentes à execução da Subestação de energia elétrica, os serviços analisados neste subtópico serão apenas os de Infraestrutura, Superestrutura e Paredes.

6.1.1 Infraestrutura

A análise comparativa do serviço de infraestrutura começa com as tabelas de execução x tempo e as consequentes curvas de execução para cada cronograma estudado.

Início	Fim	SINAPI (Percentual Acumulado)						
17/04/2017	24/01/2018	17/04/2017	17/06/2017	17/08/2017	17/10/2017	17/12/2017	17/01/2018	17/03/2018
		0,00%	6,00%	14,00%	41,00%	79,00%	96,50%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)						
22/06/2017	09/04/2018		Medição 01	Medição 02	Medição 03	Medição 04	Medição 05	Medição 06
		17/04/2017	29/06/2017	24/08/2017	28/09/2017	09/11/2017	07/03/2018	09/04/2018
		0,00%	1,77%	14,92%	23,38%	23,38%	61,21%	100,00%

Tabelas 1 e 2: Percentual acumulado de execução do serviço de infraestrutura no tempo (comparativo SINAPI x Real)

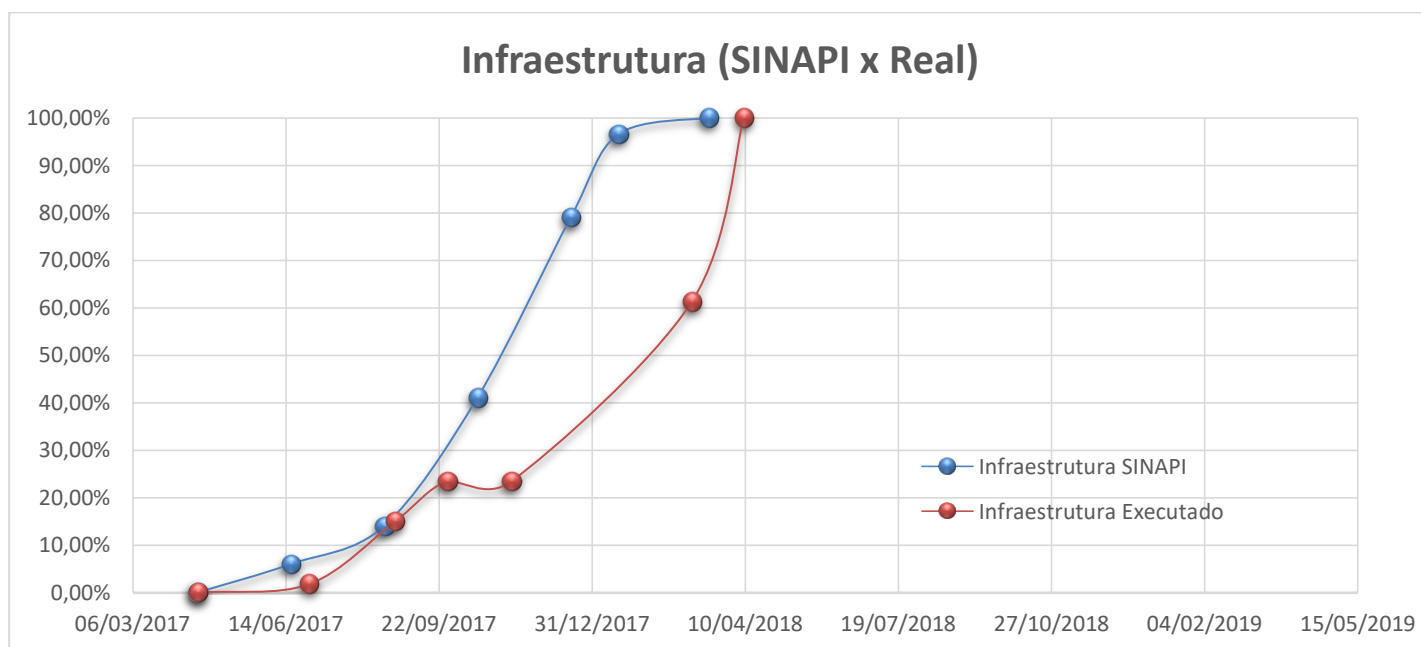


Gráfico 1: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de infraestrutura (comparativo SINAPI x Real)

Com a análise das tabelas e do gráfico acima, pode-se perceber que o tempo total de execução é basicamente o mesmo, tanto no cronograma com base no SINAPI quanto no cronograma real da obra.

Contudo, duas principais diferenças devem ser ressaltadas:

1. A diferença de aproximadamente dois meses entre o início do serviço pelo cronograma do SINAPI e o início real do serviço. Tal diferença pode ser explicada pela premissa de isenção de problemas de execução na elaboração do cronograma com base do SINAPI, o que não ocorreu na realidade. O problema envolvendo o retardo na execução da infraestrutura será analisado de forma mais minuciosa no próximo subitem;

2. A diferença de ritmo de trabalho apresentada entre os dois parâmetros. O fluxo de trabalho com base no SINAPI foi considerado constante, sem nenhuma interrupção ou diminuição/aumento de ritmo. Na realidade, pode-se perceber um fluxo inconstante na execução do serviço: apresentou uma constância após o início, porém, entre o início de outubro e meados de novembro, percebe-se quase que uma parada na execução do serviço por motivos a serem explorados no próximo subitem, que obrigaram uma retomada com ritmo forte para tentar reaver o tempo perdido.

6.1.2 Superestrutura

A análise comparativa dos serviços relacionados à superestrutura do edifício da Engenharia Florestal da UnB parte das tabelas e das curvas de execução entre o cronograma com base no SINAPI e o cronograma real da obra, bem como as datas de início e término dos serviços.

Início	Fim	SINAPI (Percentual Acumulado)						
		17/04/2017	17/12/2017	17/01/2018	17/03/2018	17/05/2018	17/07/2018	30/01/2019
04/09/2017	30/01/2019	0,00%	13,00%	32,00%	58,00%	81,00%	90,00%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)						
			Medição 03	Medição 04	Medição 05	Medição 06	Medição 07	Medição 08
01/09/2017	Não definido							
		17/04/2017	28/09/2017	09/11/2017	07/03/2018	09/04/2018	18/05/2018	18/06/2018
		0,00%	0,33%	0,33%	21,13%	37,38%	74,76%	82,67%

Tabelas 3 e 4: Percentual acumulado de execução do serviço de superestrutura no tempo (comparativo SINAPI x Real)

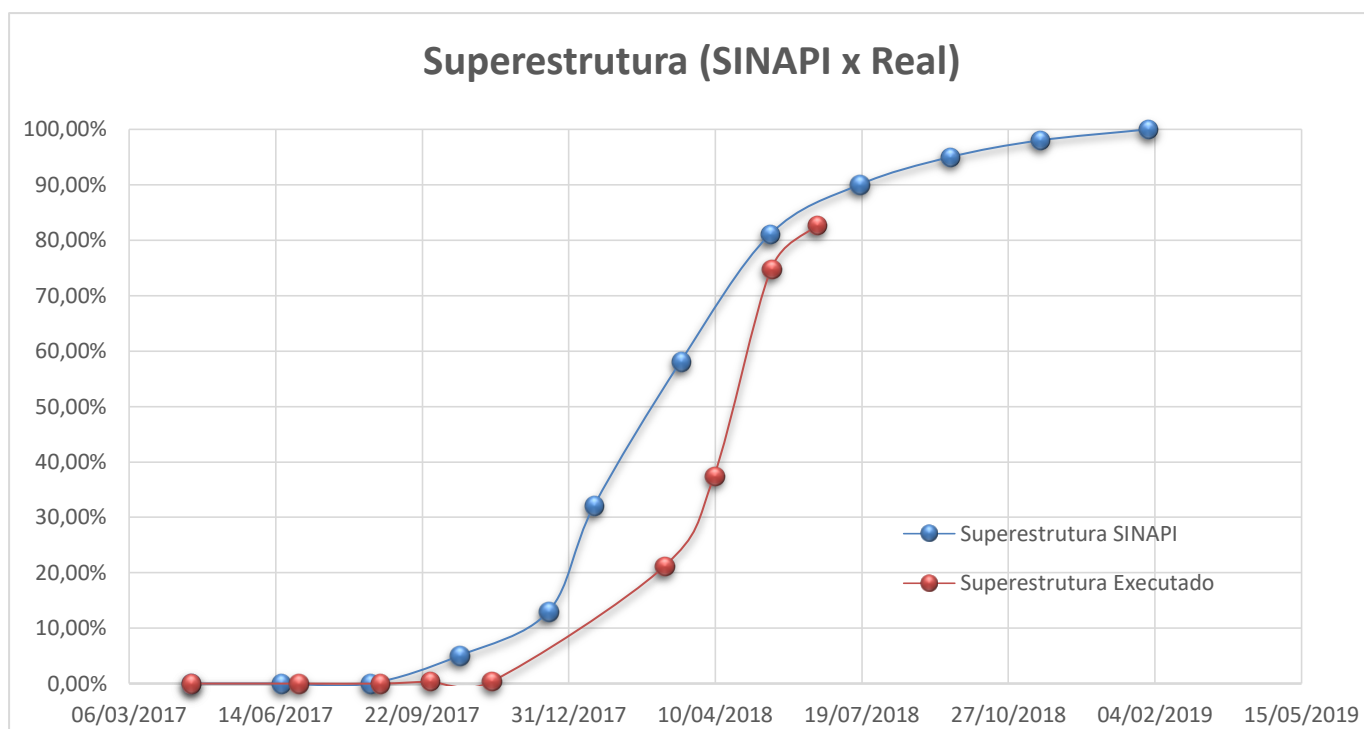


Gráfico 2: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de superestrutura (comparativo SINAPI x Real)

Com a análise das tabelas e das curvas de execução acima, pode-se perceber três pontos notáveis:

1. O início da execução da superestrutura segundo o cronograma com base no SINAPI é praticamente o mesmo do início real do serviço. Isso se dá por dois motivos:

- A execução real desse serviço teve seus entraves para ser iniciada, conforme mencionado anteriormente e será abordado mais profundamente no próximo subcapítulo, devido a problemas de incompatibilização de projeto da infraestrutura.
- Supondo a premissa supramencionada verdadeira, pode-se afirmar que o método de sequenciamento do cronograma com base no SINAPI foi feito de forma equivocada, pois, se o cronograma com base no SINAPI teve como premissa a inexistência de problemas inerentes a incompatibilização de projetos, teoricamente, a execução desses serviços deveria iniciar antes.

2. A execução real desse serviço teve um distanciamento do fluxo de execução com base no SINAPI, chegando a mais de 30% de diferença em alguns momentos, pela nítida lentidão para o início efetivo do serviço em obra. Os motivos e soluções para esse problema serão tratados mais a fundo no próximo item.

3. A data final do serviço no cronograma com base no SINAPI foi quase um ano (nove meses e meio, aproximadamente) a mais que o previsto em licitação para o fim da obra (12/04/2018). Tal problemática pode ter três motivos causadores:

- A estimativa inicial de duração do serviço apresentada na licitação foi errada. Essa é a menos provável pois a duração é algo bem parametrizável e uma empresa que assume tal responsabilidade pode modelar seu planejamento e mobilizar seu efetivo de forma a cumprir tal prazo pré-estipulado;
- O efetivo médio representativo utilizado para o cálculo do tempo em cada atividade não foi de fato representativo. O que atestaria uma inconsistência nas informações retiradas dos diários de obra e/ou um método ineficaz do cálculo feito para se chegar a esse efetivo médio;
- Os índices de produtividade do SINAPI divergem dos índices reais de produtividade em obra, o que aumenta exponencialmente a duração das atividades e prolonga o tempo de execução do serviço como um todo. Esse é o motivo mais plausível tendo em vista consultas com os responsáveis técnicos da obra, os quais atestaram tal disparidade. Como exemplo, pode-se citar a elevação de paredes em alvenaria, onde, segundo o SINAPI, o esforço necessário de um pedreiro é de cerca de uma hora e meia para elevar um metro quadrado de parede, quando na realidade (atestado em obra), tal serviço, para um pedreiro, leva cerca de vinte a trinta minutos para ser executado.

6.1.3 Paredes

A análise comparativa para esse serviço, assim como para a infra e superestrutura, é feita com a utilização das tabelas e curvas de execução, bem como as datas de início e fim dos cronogramas.

Início	Fim	SINAPI (Percentual Acumulado)				
02/02/2018	26/06/2018	17/04/2017	17/01/2018	17/03/2018	17/05/2018	17/07/2018
		0,00%	0,00%	32,00%	80,00%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)					
17/10/2017	Não definido		Medição 04	Medição 05	Medição 06	Medição 07	Medição 08
		17/04/2017	09/11/2017	07/03/2018	09/04/2018	18/05/2018	18/06/2018
		0,00%	2,85%	2,85%	11,07%	18,32%	62,92%

Tabelas 5 e 6: Percentual acumulado de execução do serviço de paredes no tempo (comparativo SINAPI x Real)

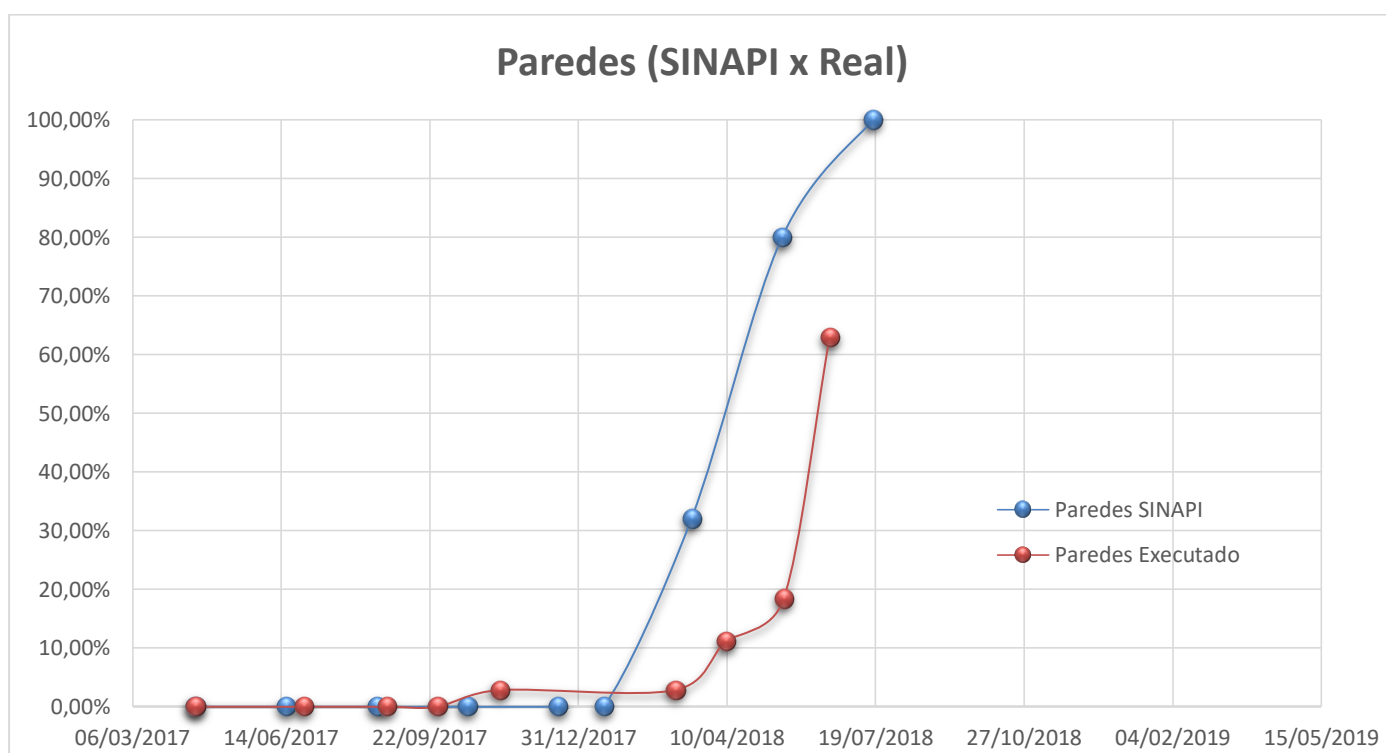


Gráfico 3: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de paredes (comparativo SINAPI x Real)

A análise das tabelas, das curvas e das datas de início e fim do serviço nos cronogramas traz três pontos a serem discutidos:

1. A diferença entre as datas de início para este serviço entre os dois cronogramas. Tal divergência pode ser explicada por dois motivos:

- Pelo método de sequenciamento adotado no cronograma com base no SINAPI, que faz a interdependência do início da execução das paredes com uma porcentagem de execução da superestrutura;

- Pelo fato de que, na realidade, o serviço de alvenaria começou mais cedo pelo adiantamento dos serviços da subestação.

2. A aparente paralisação do serviço de paredes em alvenaria durante cerca de quatro meses logo após seu início. Tal ocorrência se deve ao fato de que a alvenaria do prédio em si só foi iniciada a partir de meados de abril de 2018, o que foi feito antes foi a alvenaria da subestação, a qual foi adiantada devido a problemas de incompatibilização dos projetos de estrutura do edifício principal.

3. A velocidade na execução das paredes no cronograma com base no SINAPI. Como dito no subitem anterior, foram constatadas algumas inconsistências quanto aos índices de produtividade apresentados no SINAPI para determinados serviços, o serviço de alvenaria era um deles. Excluindo-se a possibilidade de um subdimensionamento nos índices de produtividade para esse serviço, a única explicação plausível para esse acontecimento é o dimensionado equivocado do efetivo médio para a execução das paredes, sendo ele superdimensionado quando comparado com a realidade.

6.2 Cronograma Planejado x Cronograma Real

Devido às inúmeras premissas adotadas e incertezas do cronograma com base no SINAPI, o presente subitem tem maior relevância na análise concreta dos fatores de atrasos da obra em questão.

Além de serem apresentados os pontos notáveis de divergência entre o cronograma inicial apresentado pela empresa executora e o cronograma real da obra, serão apresentadas as causas dessas divergências, bem como a solução apresentada pelo corpo técnico responsável pela obra para tentar sanar os problemas encontrados e cumprir o cronograma previsto.

6.2.1 Subestação

Diferentemente do item 6.1, os serviços relacionados à execução da subestação foram discriminados no cronograma inicial apresentado pela empresa executora e puderam ser analisados separadamente.

Para análise, também usar-se-ão as tabelas e curvas de execução, bem como as datas de início e fim do serviço e os relatos de dois stakeholders da obra (empresa executora e fiscalização).

Início	Fim	Planejado (Percentual Acumulado)						
17/08/2017	17/03/2018	17/04/2017	17/09/2017	17/10/2017	17/11/2017	17/12/2017	17/01/2018	17/03/2018
		0,00%	15,52%	25,43%	41,74%	60,45%	78,96%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)						
22/06/2017	09/04/2018		Medição 01	Medição 02	Medição 03	Medição 04	Medição 05	Medição 06
		17/04/2017	29/06/2017	24/08/2017	27/09/2017	08/11/2017	06/03/2018	09/04/2018
		0,00%	0,00%	15,52%	17,58%	31,54%	41,90%	100,00%

Tabelas 7 e 8: Percentual acumulado de execução do serviço de subestação no tempo (comparativo Planejado x Real)

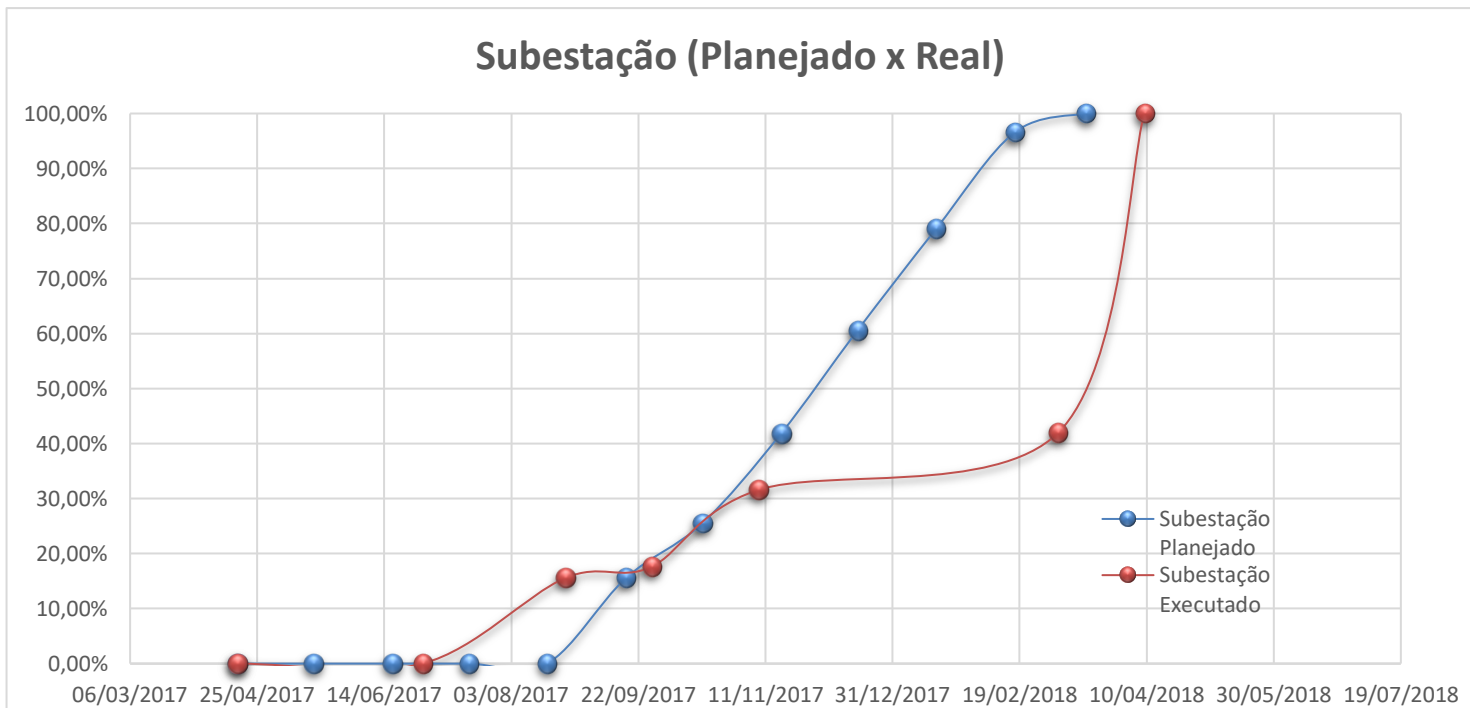


Gráfico 4: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de subestação (comparativo Planejado x Real)

A partir da comparação entre as tabelas e as curvas de execução, pode-se notar duas diferenças principais:

1. Início adiantado da execução da subestação em relação ao planejado. Tal fato se deu pela existência de uma única frente de serviço liberada, a subestação, tendo em vista os problemas encontrados para a execução da infraestrutura, como será explicado no próximo subitem. Para que a obra não ficasse parada por completo, e para ter algo a medir e garantir um fluxo financeiro adequado, o engenheiro responsável optou por iniciar a execução desses serviços de forma antecipada.

2. Forte redução no ritmo de execução dos serviços após novembro. Novamente, devido a problemas na execução dos serviços de infraestrutura, a diretoria da empresa executora optou por paralisar os serviços presentes na obra em uma política de “fazer tudo ou nada”. À época, apenas algumas estacas tinham sido liberadas para execução. Por motivos contratuais, a empresa não pôde fazer a desmobilização total da obra, por isso diminuiu seu efetivo, afetando o ritmo de execução dos serviços que estavam liberados, como a subestação. Após a normalização da situação da infraestrutura, a execução da subestação voltou ao normal, como visto na curva de execução a partir do início de março de 2018.

Apesar das divergências apresentadas, o atraso total da execução do serviço em relação ao planejado não teve um impacto tão significativo, totalizando vinte e três dias corridos.

6.2.2 Infraestrutura

A infraestrutura talvez tenha sido o serviço que tenha apresentado o maior problema em se tratando de atrasos na obra. Toda a análise feita em cima deste serviço, bem como as conclusões e dados extraídos das diversas fontes já citadas neste trabalho serão apresentados a seguir.

Início	Fim	Planejado (Percentual Acumulado)		
17/05/2017	17/07/2017	17/04/2017	17/06/2017	17/07/2017
		0,00%	52,12%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)						
22/06/2017	09/04/2018		Medição 01	Medição 02	Medição 03	Medição 04	Medição 05	Medição 06
		17/04/2017	29/06/2017	24/08/2017	27/09/2017	08/11/2017	06/03/2018	09/04/2018
		0,00%	1,77%	14,92%	23,38%	23,38%	61,21%	100,00%

Tabelas 9 e 10: Percentual acumulado de execução do serviço de infraestrutura no tempo (comparativo Planejado x Real)

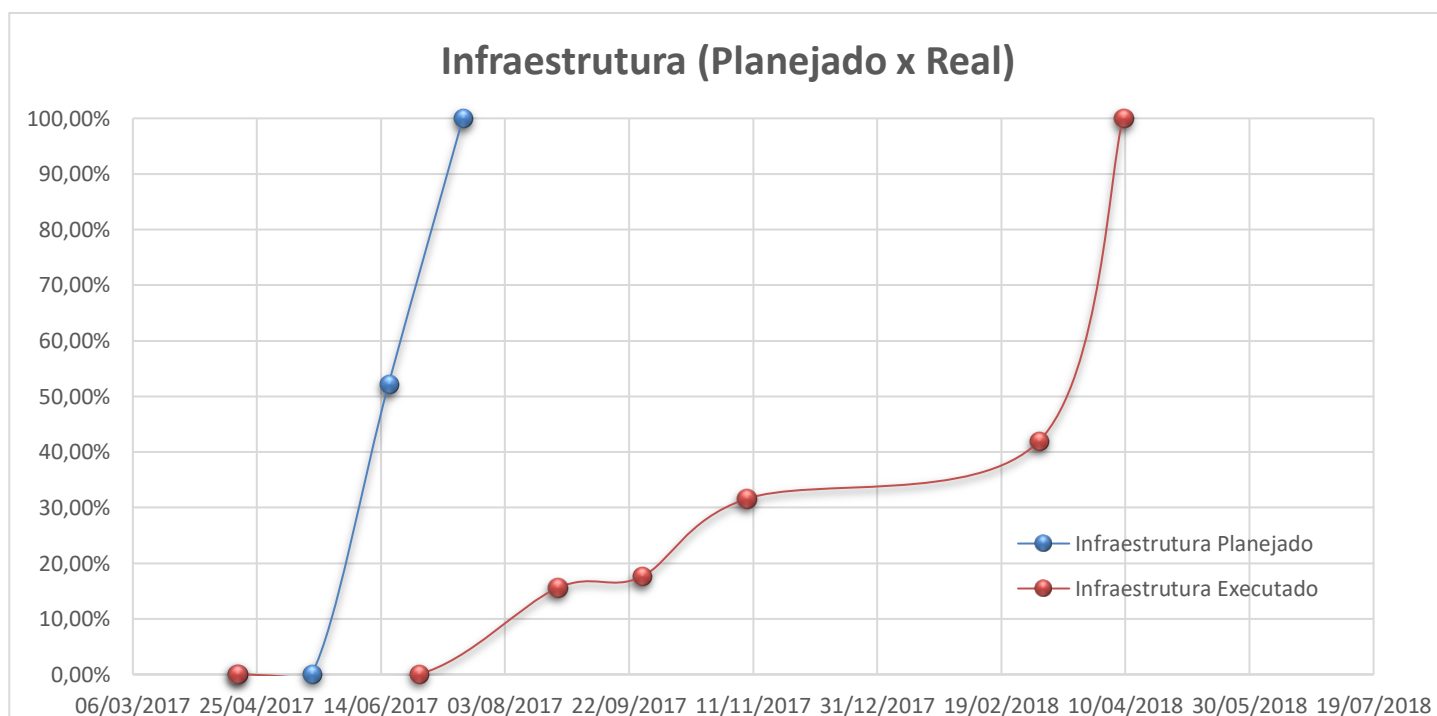


Gráfico 5: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de infraestrutura (comparativo Planejado x Real)

Antes da análise comparativa entre as tabelas e as curvas de execução, faz-se mister a explanação de uma situação bem relevante para os problemas que serão apresentados a seguir.

A obra não foi iniciada, de fato, no ano de 2017. Já houve uma primeira tentativa de execução do novo prédio da Engenharia Florestal anteriormente, porém esta foi abandonada em 2014 após a empresa executora da obra na época declarar falência. Apenas algumas estacas tinham sido executadas.

Anos depois, uma nova licitação para a execução da referida obra foi aberta. Iniciada em abril de 2017, a obra apresentou inconsistências e incompatibilidades de projeto em relação àquilo que já havia sido executado, gerando graves problemas para o andamento dos serviços.

Tal situação nos leva à primeira de três marcantes diferenças entre o que foi planejado e o que foi de fato executado no tocante aos serviços de infraestrutura:

1. Mais de um mês de atraso para o início em relação ao planejado.

Como citado anteriormente, as incompatibilidades do projeto de fundações com o que havia sido executado pela empresa que iniciou a obra, a qual veio à falência, geraram um grande, senão o maior, desafio para todo o corpo técnico responsável pela obra.

A excentricidade das estacas foi o grande problema. Das cerca de quarenta estacas executadas pela empresa anterior, praticamente todas tiveram que ser revistas e estacas adicionais tiveram que ser feitas para ajustar a fundação à situação atual. Como consequência, os blocos de coroamento e vigas baldrame tiveram que ser revisados e redimensionados, aumentando ainda mais o atraso ocasionado por esse fator.

2. Parada entre meados de agosto e início de outubro.

A partir da análise da curva de execução real, é perceptível uma redução quase que total do fluxo de trabalho para os serviços de infraestrutura. Isso se deve à questão da entrega parcial das revisões das estacas feitas pelo projetista responsável. Nesse momento específico, o serviço ficou estagnado pelo aguardo na liberação das estacas, e conseqüentemente dos blocos e vigas baldrame, do primeiro quadrante.

3. Parada entre meados de novembro e início de março.

Assim como ocorrido entre meados de agosto e início de outubro, o andamento do serviço de infraestrutura foi impactado pelo imbróglgio dos projetos. Com algumas estacas do primeiro quadrante e todas as estacas do segundo quadrante necessitando de revisões e novos detalhamentos, o serviço foi paralisado por cerca de três meses e meio até que o projetista liberasse o restante dos blocos da obra e o fluxo de trabalho pudesse ser reestabelecido.

Dentre todos os serviços estudados no presente trabalho, o de infraestrutura foi o que apresentou o maior atraso em relação ao que foi planejado inicialmente, totalizando 267 dias corridos de atraso, quase nove meses. Tal atraso surtiu impacto diretamente no atraso da obra como um todo por se tratar de um serviço componente do caminho crítico da obra.

6.2.3 Superestrutura

Sofrendo reflexos dos problemas citados anteriormente nos serviços de infraestrutura, os serviços relacionados à superestrutura também tiveram suas particularidades como mostrado a seguir.

Início	Fim	Planejado (Percentual Acumulado)						
		17/04/2017	17/07/2017	17/08/2017	17/09/2017	17/10/2017	17/12/2017	17/01/2018
17/05/2017	17/01/2018	0,00%	29,42%	59,63%	81,24%	86,45%	95,13%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)						
			Medição 03	Medição 04	Medição 05	Medição 06	Medição 07	Medição 08
01/09/2017	Não definido							
		17/04/2017	27/09/2017	08/11/2017	06/03/2018	09/04/2018	18/05/2018	18/06/2018
		0,00%	0,33%	0,33%	21,13%	37,38%	74,76%	82,67%

Tabelas 11 e 12: Percentual acumulado de execução do serviço de superestrutura no tempo (comparativo Planejado x Real)

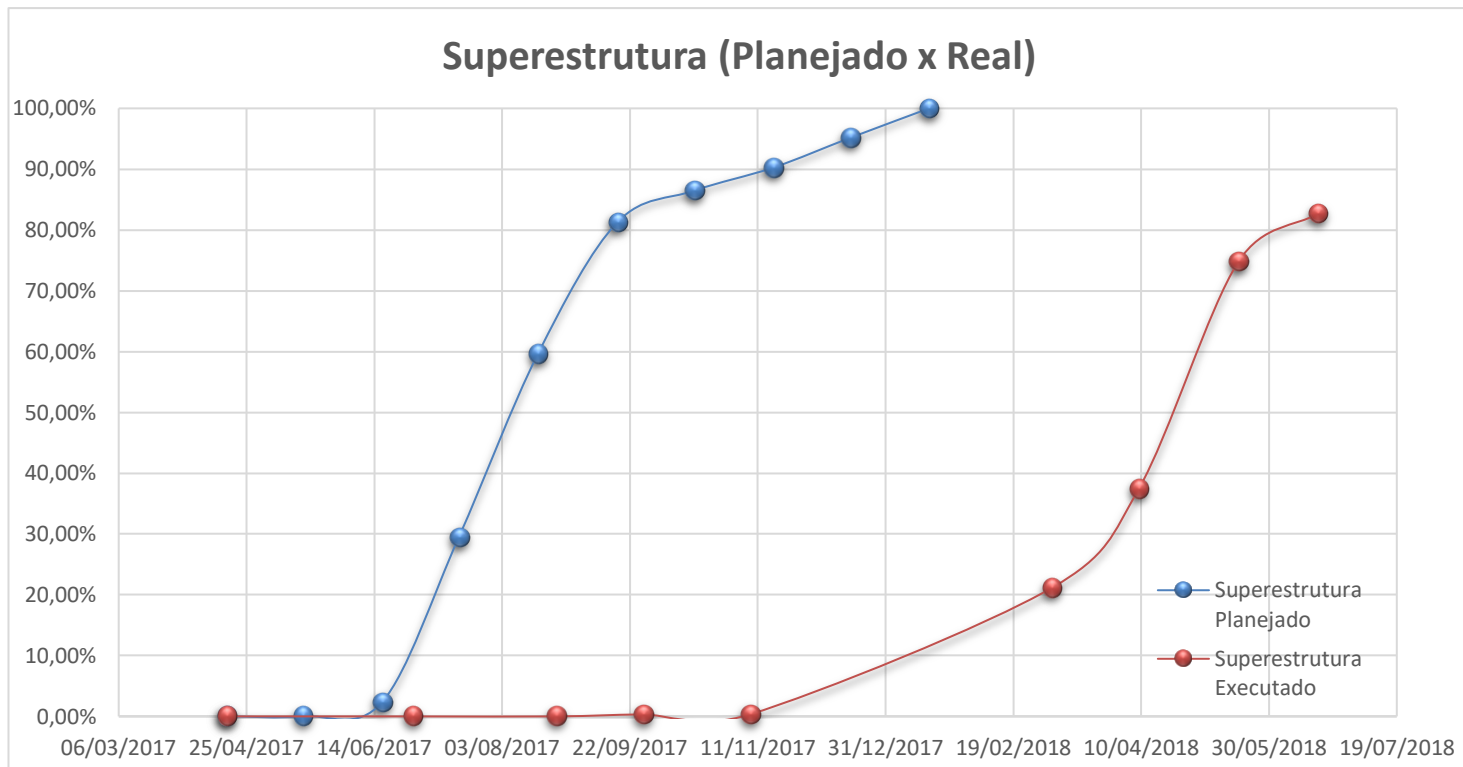


Gráfico 6: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de superestrutura (comparativo Planejado x Real)

A análise comparativa das tabelas e curvas de execução apresenta duas divergências principais entre os cronogramas:

1. Atraso de aproximadamente três meses e meio para o início.

O atraso do início dos serviços de superestrutura foi um reflexo dos atrasos dos serviços de infraestrutura, já explicados no subitem anterior. Pelo fato dos serviços de infraestrutura serem predecessores diretos para os serviços de superestrutura, a solução para esse problema foi o aguardo na liberação das frentes de serviço da infraestrutura.

2. Descontinuidade no fluxo de trabalho dos 20% finais de execução no cronograma planejado.

Tal descontinuidade se dá pelo fato de que os serviços que compõem a superestrutura não são apenas os pilares, vigas e lajes em concreto armado, mas também estruturas metálicas que não necessitam de um ritmo de trabalho tão intenso por não serem componentes do caminho crítico da obra.

Além dos problemas apresentados analisando-se as tabelas e curvas de execução, houve um problema relacionado com o projeto estrutural da escada existente entre o terceiro e quarto quadrantes, gerando um atraso de cerca de trinta dias na obra. O problema foi identificado no início de abril de 2018 e só foi solucionado um mês depois com a revisão e detalhamento do projetista responsável.

O atraso total desse serviço será de 175 dias corridos, quase seis meses, segundo previsão de finalização do serviço (10/07/2018) passada pelo engenheiro responsável da obra.

6.2.4 Paredes

Os serviços de execução das paredes da obra em estudo foram analisados comparativamente entre os cronogramas objetos deste capítulo. Os resultados desta análise serão apresentados, bem como as causas e soluções dos problemas encontrados no decorrer deste estudo.

Início	Fim	Planejado (Percentual Acumulado)				
17/07/2015	17/11/2017	17/04/2017	17/08/2017	17/09/2017	17/10/2017	17/11/2017
		0,00%	24,16%	48,32%	72,48%	100,00%

Início	Fim	Medição (Percentual Acumulado)					
17/10/2017	Não definido		Medição 04	Medição 05	Medição 06	Medição 07	Medição 08
		17/04/2017	08/11/2017	06/03/2018	09/04/2018	18/05/2018	18/06/2018
		0,00%	2,85%	2,85%	11,07%	18,32%	62,92%

Tabelas 13 e 14: Percentual acumulado de execução do serviço de paredes no tempo (comparativo Planejado x Real)

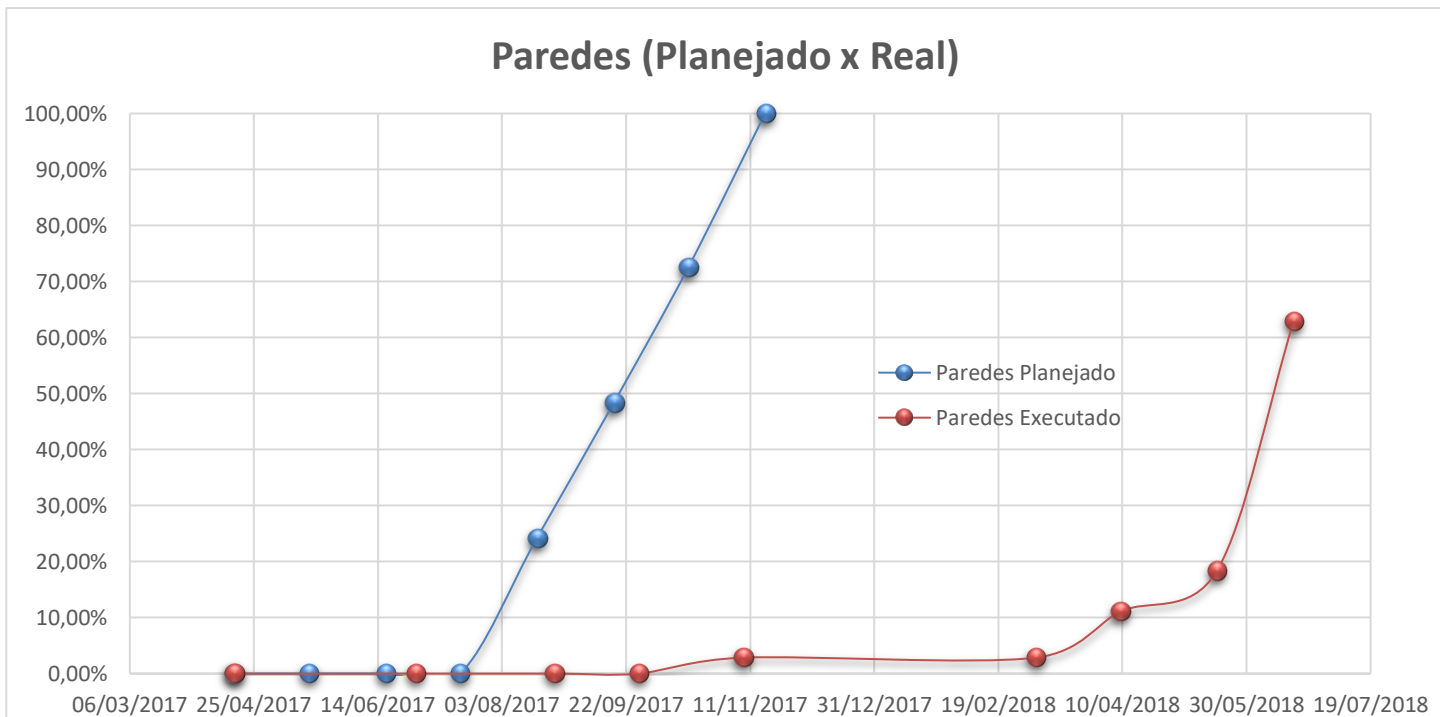


Gráfico 7: Curva percentual de execução x tempo para o serviço de paredes (comparativo Planejado x Real)

São três as diferenças notáveis entre o que foi planejado e o que foi de fato executado:

1. Atraso de aproximadamente três meses para o início da execução das paredes.

Tal atraso, assim como ocorrido nos serviços de superestrutura, foi reflexo dos problemas encontrados na execução da infraestrutura. O atraso dos serviços de infraestrutura causou atraso nos serviços de superestrutura que, por sua vez, causou atrasos nos serviços de execução das paredes.

2. Início da execução e parada duradoura.

Tal fato se deu por fins de medição. Para liberar o valor da administração previsto para aquele período específico de medição, toda a porcentagem prevista dos serviços para aquele período deveria ser executada. Portanto, o engenheiro, mesmo sem a necessidade do avanço do serviço tendo em vista o caminho crítico da obra, optou por executar uma pequena porcentagem da alvenaria a fim de liberar essa medição da administração.

3. Retomada lenta da execução no início de março.

Devido aos atrasos latentes apresentados nos serviços de infraestrutura e superestrutura, o corpo técnico da obra decidiu por priorizar esses serviços e alocar grande parte do efetivo para realização deles.

Além da questão dos atrasos, a questão financeira também foi preponderante nessa priorização. A medição dos serviços de infraestrutura e superestrutura era muito mais vantajosa financeiramente para a empresa que a medição dos serviços de alvenaria.

O *delay* apresentado foi resolvido aumentando-se o efetivo vertiginosamente após o bom andamento e quase finalização dos serviços críticos.

O total de atraso para esse serviço será de 241 dias corridos, cerca de oito meses, segundo previsão de finalização (15/07/2018) passada pelo engenheiro responsável da obra.

7 Conclusão

Da mesma forma em que foi feito o estudo individual dos serviços, analisando-se comparativa e criteriosamente cada problema encontrado e expondo as possíveis causas e soluções dos mesmos, assim também será apresentada a conclusão do presente trabalho visando assim dar fluidez à leitura e facilitar o entendimento.

Em se tratando da obra do novo prédio da Engenharia Florestal especificamente, as análises comparativas feitas entre os cronogramas e fluxos de trabalho vistas por três perspectivas diferentes, primeiramente com base no SINAPI, depois ainda com base no planejamento inicial feito pela empresa executora e, por último, com base no que de fato foi executado, apresentaram três direcionamentos principais quanto à conclusão do estudo proposto, a saber:

1. O SINAPI apresenta discrepâncias na medição de produtividade em relação à obra real.

Por mais complexo que seja o Sistema e por mais completo que seja a base de dados coletada para a geração das composições e índices, conforme já mostrado e exemplificado neste trabalho, o SINAPI não mostrou, para esse caso especificamente, índices compatíveis com a realidade da execução (vide demonstração na tabela presente no Anexo II). Os índices de produtividade variaram de um extremo ao outro, como pode-se notar nos serviços de armação da superestrutura (três dias para aproximadamente quatro armadores armarem mais de 5.000 quilos de aço CA-50 de 20,0mm em pilares e vigas) e nos serviços de elevação de alvenaria (duração de aproximadamente uma hora e meia para elevação de um metro quadrado de parede), onde o primeiro exemplo apresenta uma produtividade bastante alta e o segundo, bastante baixa. Segundo o engenheiro responsável pela execução da obra e o conhecimento básico das técnicas e serviços de engenharia é correto afirmar que tais índices não representam a realidade.

Tal disparidade tornou a comparação entre o cronograma com base no SINAPI e o cronograma real de obra passível de análises posteriores, indicando, no entanto, pontos a serem pesquisados que venham a permitir a utilização do SINAPI na elaboração de cronogramas.

2. A falha de alinhamento entre as empresas de projeto e execução.

Em licitações de obras e serviços públicos de engenharia, não é permitido que a empresa responsável pela elaboração dos projetos seja a responsável pela execução da obra. Contudo, algumas inconsistências de projeto são comumente encontradas durante a execução de obras desse porte, visto o tamanho e a complexidade do empreendimento. O problema maior consiste na morosidade das empresas de projetos na resolução desses problemas, as quais muitas vezes dão seu trabalho como finalizados no ato da entrega dos respectivos projetos.

A falta de alinhamento nesse sentido gera atrasos na execução de uma grande obra. No caso específico da obra em estudo, gerou um atraso de aproximadamente seis meses, ou seja, de praticamente 50% do tempo total previsto para a execução da obra.

Uma provável solução para esse problema seria a participação ativa da empresa responsável pelos projetos na fiscalização e auditoria da obra junto à Administração, como já prevê a Lei 8.666/93 em seu Art. 9º § 1º:

“Art. 9º Não poderá participar, direta ou indiretamente, da licitação ou da execução de obra ou serviço e do fornecimento de bens a eles necessários:

I – o autor do projeto, básico ou executivo, pessoa física ou jurídica;

II – empresa, isoladamente ou em consórcio, responsável pela elaboração do projeto básico ou executivo ou da qual o autor do projeto seja dirigente, gerente, acionista ou detentor de mais de 5% (cinco por cento) do capital com direito a voto ou controlador, responsável técnico ou subcontratado;

(...)

§ 1º É permitida a participação do autor do projeto ou da empresa a que se refere o inciso II deste artigo, na licitação de obra ou serviço, ou na execução, como consultor ou técnico, nas funções de fiscalização, supervisão ou gerenciamento, exclusivamente a serviço da Administração interessada.”

3. Por fim, deixo quatro sugestões de estudo futuro:

- Verificação da metodologia do SINAPI de avaliação de produtividade na execução dos serviços presentes na construção civil a fim de pautar um planejamento de tempo razoável.

A disparidade dos índices de produtividade do SINAPI em relação a realidade da obra estudada, conforme apresentado neste trabalho, prejudicou as comparações com o cronograma real da obra. Caso os índices representassem, de fato, a realidade na execução dos

serviços estudados, tal análise permitiria conclusões assertivas quanto ao andamento da obra. Além disso, permitiria a crítica quanto ao planejamento cronológico inicial da obra, usualmente feito pela experiência do engenheiro responsável.

A revisão do método de levantamento de índices mais direcionado para determinados tipos de obra, porte de empresas, local onde a obra será executada, entre outros parâmetros, pode vir a promover uma padronização dos cronogramas elaborados e aumentar a precisão da estimativa inicial de prazo feita pela Administração para lançamento dos editais de licitação, normalmente feita por analogia e/ou análise paramétrica, segundo informações da fiscalização da obra em estudo e do engenheiro responsável da mesma.

- Verificação da efetividade da utilização do Método do Prazo Agregado (LIPKE, W., 2012) para estimativa de prazos e análises de desempenho de tempo de execução. O método do Prazo Agregado é análogo ao método do Valor Agregado, presente no PMBOK® (PMI, 2013), porém com um viés voltado ao estudo de prazos e não ao estudo de custos. Ela consiste em comparar o prazo real de execução de determinado serviço ao prazo em que de fato houve evolução física/financeira da obra em relação ao planejado e, a partir daí, retirar informações como a VPR (variação de prazo, ou atraso) e o IDP (índice de desempenho de prazo).

- Análise global dos prazos de execução, considerando todos os serviços, para que haja uma visão mais holística dos fatores de atraso que podem acometer uma obra e que não estejam relacionados exclusivamente aos serviços pré-definidos neste estudo.

- Comparação dos fatores de atraso e metodologias de controle encontrados em obras públicas no Brasil em relação àqueles apresentados em obras no exterior, a fim de promover melhorias na gestão de projetos a partir de um estudo de normas e técnicas estrangeiras.

Referências Bibliográficas

BARCAUI, A. B.; BORBA, D.; DA SILVA, I. M.; NEVES, R. B. **Gerenciamento do tempo em projetos**. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

BRASIL. **Lei 8.666, de 21 de junho de 1993**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 27 mai. 2017.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula 543, de 31 de agosto de 2015**. Disponível em: <http://www.stj.jus.br/SCON/sumulas/doc.jsp?livre=@num=%27543%27> Acesso em: 27 mai. 2017

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 1ª Região. **Ap. nº 0007203-96.2001.4.01.3400**. Relator: DESEMBARGADOR FEDERAL JIRAIR ARAM MEGUERIAN. Data da publicação: 10/02/2017. Disponível em: <http://arquivo.trf1.jus.br/PesquisaMenuArquivo.asp?p1=72039620014013400&pA=200134000072098&pN=72039620014013400> Acesso em: 27 mai. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> Acesso em: 24 mai. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI – Cadernos Técnicos de Composições para Concretagem Para Estruturas de Concreto Armado – Lote 1 – Versão: 001 – Vigência: 12/2015 - Última Atualização: 12/2015**. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_CONCRETAGEM_ESTRUTURA_CONCRETO_ARMADO_V001.pdf Acesso em 25 mai. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2016. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2016> Acesso em: 19 mai. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2016. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil> Acesso em: 19 mai. 2017.

CAMPBELL DINSMORE, P., CAVALIERI, A. **Como se tornar um profissional em gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

EDITORIAL. É na crise que se cresce. **Revista Construção, ed. 164**. Editora PINI, 2015. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/164/e-na-crise-que-se-cresce-338799-1.aspx> Acesso em: 19 mai. 2017.

FARIA, R. Cronograma Físico-Financeiro. **Revista Equipe de Obra**, ed. 35. Editora PINI, 2011. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/cronograma-fisico-financeiro-213994-1.aspx>> Acesso em: 19 mai. 2017.

FERREIRA, R.K.T. Análise Dos Impactos Da Operação Lava Jato No Setor Da Construção Civil. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, p.41. 2016

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 4 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

IBGE, & Caixa Econômica Federal. **SINAPI - Metodologias e Conceitos**. Brasil, 2017.

MATTOS, A. D., 2015. Alguns Aspectos do Novo Sinapi. **Blogs PINI**, jun. 2015. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/alguns-aspectos-do-novo-sinapi-353306-1.aspx>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: PINI, 2010.

MICROSOFT Project for Windows 8. Version 1.0 [S.l.]: Microsoft Corporation, 2016.

PMI. **Guia PMBOK**. 5 ed. Pennsylvania, EUA: PMI Publications, 2013.

SECOM UNB. **Novo Prédio da Engenharia Florestal**. Disponível em: <<http://www.noticias.unb.br/publicacoes/67-ensino/1407-em-2018-engenharia-florestal-tera-predio-proprio.aspx>> Acesso em: 13 jun. 2017

SIEMANN, E.; MUTTI, C. N.; JUNGLES, A. E.; ELY, D. M. **Causas do atraso na entrega de edifícios residenciais**. Anais, IV Encuentro Latino-Americano de Gestión y Economía de la Construcción. Santiago/Chile, 2011. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/31289375-Causas-do-atraso-na-entrega-de-edificios-residenciais.html>> Acesso em: 19 mai. 2017

SILVA, B. W. **Aferição do SINAPI pela UnB**. Entrevista concedida a Mateus Pereira Festas. Brasília, 15 jun. 2017.

SINICON, LCA CONSULTORES. **Construção civil se retrai em 2017 e segura recuperação da economia**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/construcao-civil-se-retrai-em-2017-e-segura-recuperacao-da-economia.ghtml>> Acesso em: 26 jun. 2018

LIPKE, W. **Earned Schedule Contribution to Project Management**. PM World Journal, 2012. Disponível em: <[http://www.earnedschedule.com/Docs/Earned%20Schedule%20ContributiontoPM%20\(Lipke\).pdf](http://www.earnedschedule.com/Docs/Earned%20Schedule%20ContributiontoPM%20(Lipke).pdf)> Acesso em: 07 jul. 2018

Anexo II – EAP do Projeto com Base no SINAPI

Código SINAPI	Serviço	Unidade	Quantitativo	Equip. e	Efetivo Médio	Produtividade (l/unidade)	Tempo Total (h)	Dias Úteis
90884	INFRAESTRUTURA Estaca moldada no local Estaca escavada mecanicamente, sem fluido estabilizante, com 40 cm de diâmetro, acima de 9 m até 15 m de comprimento, concreto lançado por caminhão betoneira	m	156,00	SERVIENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,23	0,1174000	3,50	0,44
92915	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-60 de 5,0 mm	kg	22,02	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2 0,98	0,1743000 0,0285000	1,92 0,64	0,24
92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 10,0 mm	kg	112,30	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2 0,98	0,0743000 0,0121000	4,17 1,39	0,52
Blocos, Arranques e Baldrames								
95001	Arrasamento mecânico de estaca de concreto armado, diâmetros de até 40cm	un	134,00	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,83 5,23	0,326 0,326	52,63 8,35	6,58
96534	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para bloco de coramento, em madeira serrada, e=23mm, 4 utilizações	m²	1.555,95	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,75 1,38	1,413 0,458	799,48 664,10	99,93
92915	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-60 de 5,0 mm	kg	2.134,86	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,1743000 0,0285000	232,57 44,09	29,07
92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 6,3 mm	kg	422,48	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,1330000 0,0218000	35,12 6,67	4,39
92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 8,0 mm	kg	1.088,19	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,0993000 0,0162000	67,54 12,77	8,44
92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 10,0 mm	kg	2.247,61	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,0743000 0,0121000	104,37 19,71	13,05
92921	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	kg	1.360,33	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,0542000 0,0089000	46,08 8,77	5,76
92922	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 16,0 mm	kg	6.678,57	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,0367000 0,0060000	153,19 29,04	19,15
92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes, utilizando aço CA-50 de 20,0 mm	kg	2.538,01	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6 1,38	0,0242000 0,0040000	38,39 7,36	4,80
96557	Concretagem de blocos de coramento e vigas baldrames, c/ck 30MPa, com uso de bomba lançamento, adensamento e acabamento	m³	195,08	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,83 5,23	0,3630000 0,5440000	85,32 20,29	10,66

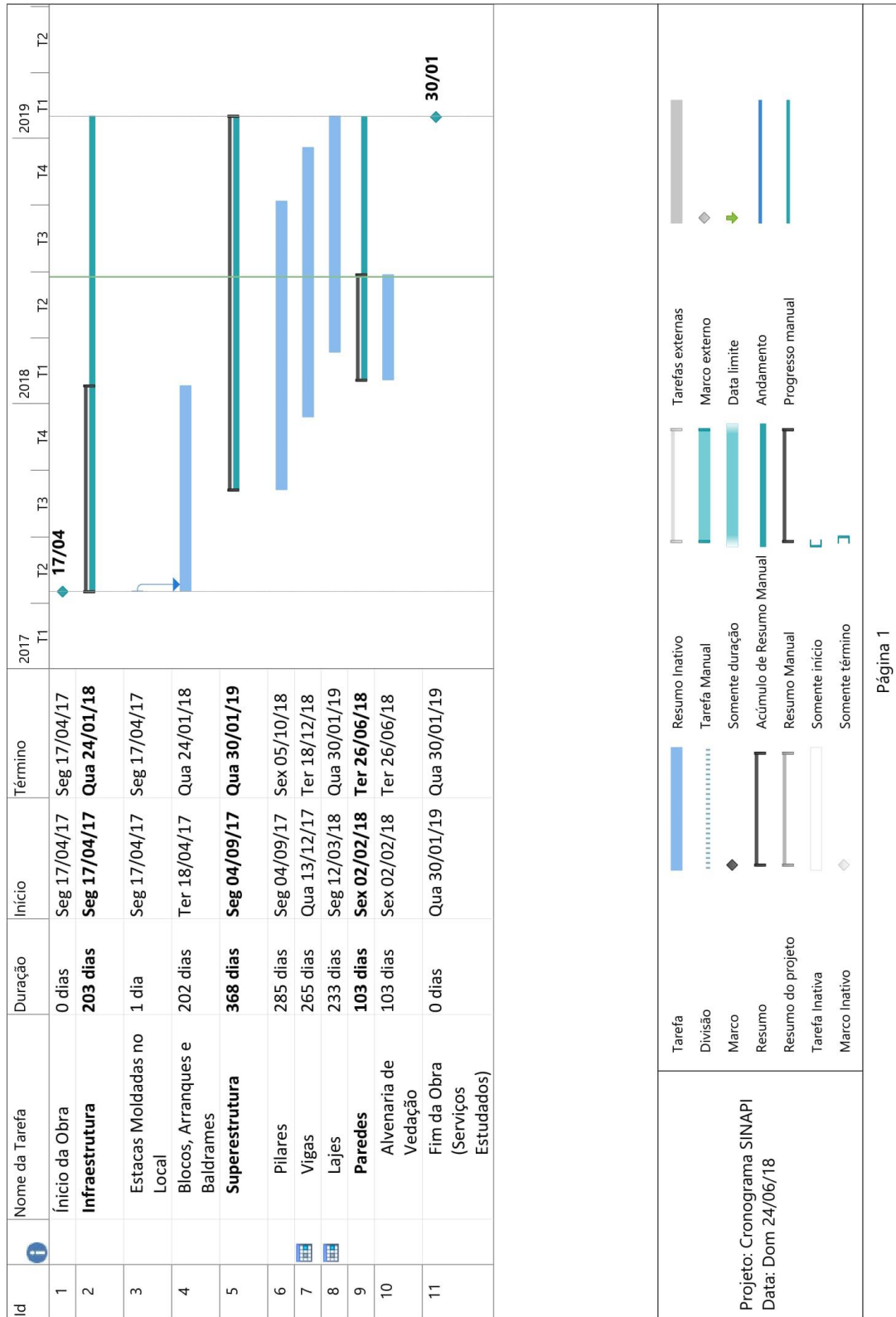
Código SINAPI	Serviço	Unidade	Quantitativo	Equipe	Efetivo Médio	Produtividade (h/unidade)	Tempo Total (h)	Dias Úteis
SUPERESTRUTURA								
Concreto Armado								
Pilares								
92414	Montagem e desmontagem de forma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções menor ou igual a 0,25m², pé direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 2 utilizações	m²	1.734,21	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	1,4780000	518,86	64,86
				AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,47	0,2710000	190,27	
92759	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-60 de 5,0 mm	kg	2.699,37	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,1241000	88,39	11,05
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0203000	28,99	
92760	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 6,3 mm	kg	68,80	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0947000	1,72	0,21
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0155000	0,56	
92761	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 8,0 mm	kg	5,77	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0707000	0,11	0,01
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0115000	0,04	
92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	kg	3.467,38	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0386000	35,31	4,41
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0063000	11,56	
92764	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 16,0 mm	kg	8.073,52	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0261000	55,60	6,95
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0043000	18,37	
92765	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 20,0 mm	kg	5.431,61	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0172000	24,65	3,08
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0028000	8,05	
92720AJ	Concretagem de pilares, fck=30MPa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25 m², lançamento, adensamento e acabamento	m³	137,77	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,95	0,1990000	6,94	1,66
				SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	12,35	1,1920000	13,30	
				CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	0,1990000	5,55	

Código SINAPI	Serviço	Unidade	Quantitativo	Equip		Efetivo Médio		Produtividade (h/unidade)		Tempo Total (h)		Dias Úteis
92451	Montagem e desmontagem de forma de viga, escaramento com garfo de madeira, pé direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 2 utilizações	m²	3.824,95	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	1,1200000	867,20	108,40				
				AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,47	0,2050000	317,46					
92759	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-60 de 5,0 mm	kg	3.317,88	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,1241000	108,64	13,58				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0203000	35,64					
92760	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 6,3 mm	kg	3.164,03	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0947000	79,06	9,88				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0155000	25,95					
92761	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 8,0 mm	kg	2.901,63	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0707000	54,13	6,77				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0115000	17,66					
92762	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 10,0 mm	kg	1.409,91	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0529000	19,68	2,46				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0086000	6,42					
92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm	kg	2.689,18	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0386000	27,39	3,42				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0063000	8,96					
92764	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 16,0 mm	kg	9.192,32	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0261000	63,30	7,91				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0043000	20,91					
92765	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 20,0 mm	kg	10.268,92	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0172000	46,60	5,83				
				AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0028000	15,21					
92764J	Concretagem de vigas e lajes, fck=30MPa, para lajes maciças ou nervuradas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m² - lançamento, adensamento e acabamento	m³	390,71	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,95	0,5120000	50,64	6,33				
				SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	12,35	0,5860000	18,54					
				CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	0,0850000	6,72					

Código SINAPI	Lajes	Serviço	Unidade	Quantitativo	Equipe	Efetivo Médio	Produtividade (h/unidade)	Tempo Total (h)	Dias Úteis
92510	Montagem e desmontagem de forma de laje maciça com área média maior que 20 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 2 utilizações.		m²	633,87	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	0,6870000	88,15	11,02
					AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,47	0,1260000	32,34	
92490	Montagem e desmontagem de forma de laje nervurada com cubeta e assoalho com área média maior que 20 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 8 utilizações		m²	2.421,42	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	0,8610000	422,03	52,75
					AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,47	0,1580000	154,89	
92768	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-60 de 5,0 mm		kg	4.847,89	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0855000	109,37	13,67
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0140000	35,91	
92769	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 6,3 mm		kg	525,50	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0646000	8,96	1,12
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0105000	2,92	
92770	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 8,0 mm		kg	4.524,01	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0475000	56,70	7,09
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0078000	18,67	
92771	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 10,0 mm		kg	5.040,15	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0348000	46,28	5,78
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0057000	15,20	
92772	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm		kg	11.628,23	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0247000	75,78	9,47
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0040000	24,61	
92773	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 16,0 mm		kg	6.850,57	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,79	0,0158000	28,56	3,57
					AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,89	0,0026000	9,42	
92764J	Concretagem de vigas e lajes, fck=30MPa, para lajes maciças ou nervuradas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m² - lançamento, adensamento e acabamento		m³	467,19	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,95	0,5120000	60,56	7,57
					SERVELENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	12,35	0,5860000	22,17	
					CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	4,94	0,0850000	8,04	

Código SINAPI	Serviço	Unidade	Quantitativo	Equip	Efetivo Médio	Produtividade (h/Unidade)	Tempo Total (h)	Dias Úteis
	PAREDES E PAINÉIS Alvenaria de vedação							
87519	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m²	1.491,32	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,64 17,27	1,5500000 0,7750000	409,85 66,92	51,23
87491	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na vertical de 14x19x39cm (espessura 14cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m²	446,63	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,64 17,27	0,8600000 0,4300000	68,10 11,12	8,51
87481	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na vertical de 19x19x39cm (espessura 19cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m²	2.060,78	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,64 17,27	0,8800000 0,4400000	321,54 52,50	40,19
93201	Fixação (encunhamento) de alvenaria de vedação com argamassa aplicada com colher	m	1.424,37	FEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,64 17,27	0,1500000 0,0300000	37,88 2,47	4,74

Anexo III – Cronograma com Base no SINAPI



Anexo IV – Tabela de Execução Real dos Serviços x Tempo

Mês	Abril		Maio			Junho						
	Semana	17-21	24-28	01-05	08-12	15-19	22-26	29-02	05-09	12-16	19-23	26-30
Serviço												
Subestação											X	X
Infra											X	X
Super												
Paredes												

Mês	Julho			Agosto			Setembro							
	Semana	03-07	10-14	17-21	24-28	31-04	07-11	14-18	21-25	28-01	04-08	11-15	18-22	25-29
Serviço														
Subestação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Infra		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Super											X	X	X	X
Paredes														

Mês	Outubro			Novembro			Dezembro							
	Semana	02-06	09-13	16-20	23-27	30-03	06-10	13-17	20-24	27-01	04-08	11-15	18-22	25-29
Serviço														
Subestação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Infra		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Super		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paredes											X	X	X	X

Mês	Janeiro			Fevereiro			Março							
	Semana	01-05	08-12	15-19	22-26	29-02	05-09	12-16	19-23	26-02	05-09	12-16	19-23	26-30
Serviço														
Subestação							X	X	X	X	X	X	X	X
Infra		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Super		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paredes		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Mês	Abril			Maio						
	Semana	02-06	09-13	16-20	23-28	30-04	07-11	14-18	21-25	28-30
Serviço										
Subestação										
Infra										
Super		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paredes		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo V – Cronograma Real da Obra

