

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

SOPHIA LUIZA RODOVALHO MEREB

**A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO PARA OTIMIZAÇÃO DA
CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**

São Luís - MA
2018

SOPHIA LUIZA RODOVALHO MEREB

**A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO PARA OTIMIZAÇÃO DA
CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil – UEMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim
Demetrio

São Luís - MA
2018

Mereb, Sophia Luiza Rodovalho.

A importância do planejamento para otimização da construção do prédio de engenharia da computação da Universidade Estadual do Maranhão / Sophia Luiza Rodovalho Mereb. – São Luís, 2018.

106 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demetrio Ferreira.

1. Planejamento. 2. Construção. 3. Engenharia. I. Título.

CDU 624:005.51

SOPHIA LUIZA RODOVALHO MEREB

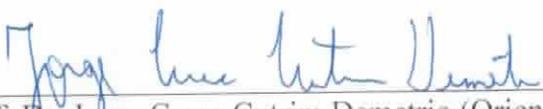
A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO PARA OTIMIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de graduação em
Engenharia Civil – UEMA, como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim
Demetrio Ferreira

Aprovado em: 26/06/18

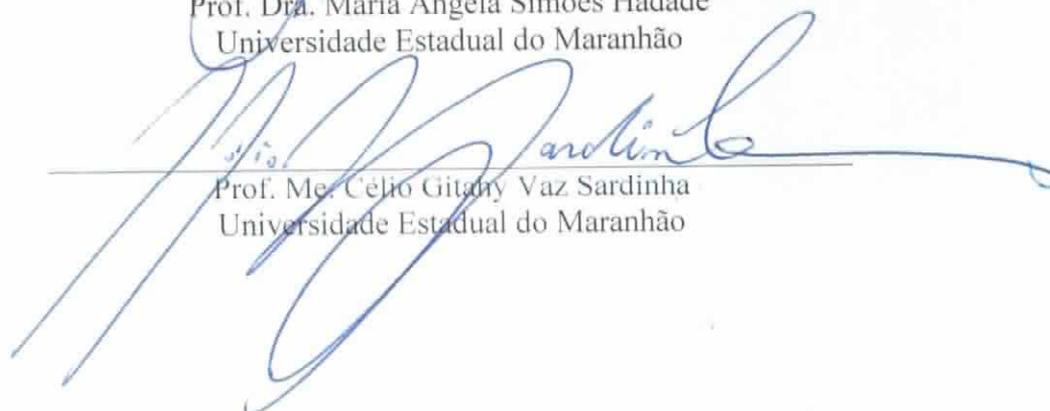
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demetrio (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dra. Maria Ângela Simões Hadade
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Me. Célio Gitalny Vaz Sardinha
Universidade Estadual do Maranhão

Gratidão à Deus, minha família, professores e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de ter concluído tamanha graduação e da forma como foi, por ter estado comigo durante toda a caminhada de lutas, conquistas e desafios.

Aos meus pais, que sempre intercederam por mim, que lutaram para que tivéssemos uma educação melhor do que a deles. Ao meu irmão, Arthur, companheiro de profissão, uma grande referência de profissional que me inspira a dar o meu melhor sempre.

A todos os meus amigos, que não são tantos, mas que têm tremenda importância na minha vida. As minhas amigas de infâncias que me ajudaram a ser quem eu sou e, que caminham comigo desde a educação básica.

Agradeço aos companheiros de trabalho, de diferentes cargos, que tanto somaram até aqui, compartilhando conhecimentos e experiências. Em especial, a Adalberto, referência de profissional, por ter sido um professor para mim, me ajudando com os primeiros passos que dei com o planejamento de obras. Também ao seu grande amigo, Luiz Alberto Arend, que não está mais entre nós, mas que muito contribuiu para sua profissão em tempos de Montreal Engenharia.

Agradeço ao meu orientador Jorge Creso, por sua dedicação e auxílio na elaboração deste trabalho. Muito apreciada foi a sua ajuda para que eu pudesse concluir mais este sonho. Também, a todos os meus professores nesta jornada, por todo conhecimento compartilhado, sem eles não seria possível estar aqui.

Faltam palavras para agradecer todas as pessoas que Deus colocou em minha vida nesta trajetória. Todas vieram com um propósito. Muita gratidão por mais este sonho concretizado.

Tudo tem a sua ocasião própria, e há tempo para todo propósito debaixo do céu. Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou; tempo de matar, e tempo de curar; tempo de derribar, e tempo de edificar; tempo de chorar, e tempo de rir; tempo de prantear, e tempo de dançar; tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar, e tempo de abster-se de abraçar; tempo de buscar, e tempo de perder; tempo de guardar, e tempo de deitar fora; tempo de rasgar, e tempo de coser; tempo de estar calado, e tempo de falar; tempo de amar, e tempo de odiar; tempo de guerra, e tempo de paz.

Eclesiastes 3:1-8

RESUMO

Este trabalho versa sobre os métodos de planejamento e controle de obras, que estão crescentemente sendo procurados pelas empresas, devido a sua capacidade de prever custos e mão-de-obra necessários e, de controlar possíveis desvios de produção, dentre outras vantagens. A partir de um estudo de caso, fez-se o confrontamento do andamento da obra com o andamento planejado. Os resultados encontrados mostram que ocorreu um déficit de até 16% de avanço físico na data de análise, o que comprova a importância de ter um planejamento eficiente que identifique previamente como evitar esses possíveis desvios. Também, é importante a certificação da empresa com treinamentos e usos de métodos de planejamento, para que estes possam ser empregados efetivamente nos empreendimentos. Atualmente, existem os softwares de planejamento, que são ferramentas muito úteis e devem ser utilizadas de forma responsável como instrumento de auxílio para maior precisão do planejamento e controle.

Palavras Chave: Planejamento. Controle. Obra. Custos. Mão-de-obra.

ABSTRACT

This study is about the methods of planning and controlling of construction sector, which is increasingly being sought by companies, due to its capacity of predicting costs and labour required, and controlling the feasible deviations of production, among other advantages. From a case study, the progress of the work was compared with the planned progress. The results show that there was a deficit of 16% of physical advance at the date of analysis, which proves the significance of having an efficient planning which previously identifies how to avoid the feasible deviations. Furthermore, it is important for the company to provide certification and trainings of planning methods, then that can be effectively employed in the ventures. Nowadays, there are software products for planning which are useful tools and should be used responsibly for greater planning and control accuracy.

Keywords: Planning. Control. Work. Costs. Labor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cronograma de Gantt.....	21
Figura 2 - Diagrama PERT (rede AON) do torneio de tênis	23
Figura 3 - Diagrama PERT com cálculos do tempo mais cedo das atividades do torneio de tênis	25
Figura 4 - Diagrama PERT com análise de caminho crítico do torneio de tênis	26
Figura 5 - Método PDM	27
Figura 6 - Tipos de dependências no sequenciamento de atividades desenhados no <i>MS Project</i> (desenho de marisa villas boas dias)	28
Figura 7 - Cronograma com linha de progresso	32
Figura 8 - Cronograma com HH mês a mês	34
Figura 9 - <i>Curva S</i> de custo	34
Figura 10 - Modelos de <i>Curva S</i> Padrão	35
Figura 11 - Curva de Gauss genérica	36
Figura 12 - Curva S genérica.....	36
Figura 13 - Terreno natural.....	46
Figura 14 - Terraplenagem	47
Figura 15 - Produção de bloquetes	47
Figura 16 - Urbanização	48
Figura 17 - Assentamento de tubos de drenagem.....	48
Figura 18 - Serviço de cravação de estaca.....	49
Figura 19 - Construção de sumidouro	49
Figura 20 - Fôrmas e escoramento para vigas e lajes	50
Figura 21 - Levantamento de alvenaria de vedação	50
Figura 22 - Zoom - Avanço Físico até 12/05/2018	51
Figura 23 - Evolução mão-de-obra direta.....	52
Figura 24 - Recalque no solo.....	58
Figura 25 - Desprendimento de pisograma	59
Figura 26 - Falhas de acabamento no teto	62
Figura 27 - Aplicação de gesso no teto	62
Figura 28 - Planta iluminada de alvenaria até 12/05/2018	63

Figura 29 - Planta iluminada de vigas e lajes concretadas no pavimento superior até 12/05/2018
.....63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro de atividades.....	22
Quadro 2 - Termos para cálculo do caminho crítico.....	23
Quadro 3 - Itens do cronograma Gantt-PERT/CPM.....	29
Quadro 4 - Status de atividades.....	32
Quadro 5 - Categorias dos fatores de desvios de custos e prazos em empreendimentos de construção civil.....	37
Quadro 6 - Quantitativos gerais concluídos.....	43
Quadro 7 - Desvio de recursos.....	53
Quadro 8 - Análise comparativa de desvio de mão-de-obra.....	54
Quadro 9 - Desvio das principais atividades até 12/05.....	56
Quadro 10 - Comparativo de trabalho entre fôrmas metálicas e de madeirite.....	60
Quadro 11 – Avanço físico de montagem de fôrmas para superestrutura.....	61

LISTA DE SIGLAS

AON	- Activity on Node
CPM	- Critical Path Method
DOD	- Department of Defense
EAP	- Estrutura Analítica do Projeto
EVM	- Earned Value Method
PDM	- Precedence Diagramming Method
PERT	- Program Evaluation and Review Technique
PMI	- Project Management Institute
SBD	- Sistemática Badra de Dados & Assoc.
SINAPI	- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
WBS	- Work Breakdown Structure

LISTA DE SÍMBOLOS

h	- hora
hh	- hora-homem
m ²	- metro quadrado
m ³	- metro cúbico
%	- por cento
kg	- quilo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Contexto histórico do planejamento	15
2.2 Escopo do Projeto.....	16
2.3 Estrutura Analítica do Projeto.....	17
2.4 Cronograma físico-financeiro	18
2.5 Duração das atividades	19
2.6 Cronograma de Gantt.....	20
2.7 Diagrama de rede PERT	21
2.8 Método do Caminho Crítico.....	23
2.9 Diagrama de Precedências.....	27
2.10 Cronograma Gantt-PERT/CPM.....	29
2.11 Controle de obra.....	30
2.12 Distribuição Normal e Curva S.....	33
2.12.1 Curva S de trabalho e custo.....	33
2.12.2 Curva S Padrão.....	35
2.13 Desvios de atividades.....	37
2.14 Causas de atrasos na indústria da construção.....	38
2.15 Consequências de desvios de cronograma	39
3. MÉTODO.....	40
4. ESTUDO DE CASO: CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO.....	46
4.1 Atividades realizadas	46
4.2 Avanço físico do empreendimento	51
4.3 Análise do caminho crítico e andamento físico das atividades.....	56
4.4 Desvios de produtividade das atividades.....	58
4.5 Resultados e discussões	65
5. CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	72

ANEXO A - Curva S de avanço físico da obra do prédio de engenharia da computação da UEMA (Autora, 2018)	73
ANEXO B - Relatório de estacas (Autora, 2018).....	74
ANEXO C – Planilha de Cálculo do Avanço Físico do Projeto (Autora, 2018).....	79
ANEXO D - Cronograma da construção do prédio de Engenharia da Computação atualizado até 12/05/2018 (Autora, 2018)	90
ANEXO E – Quadro de distribuição normal - Curva de Gauss (COUTINHO; CUNHA, 2016).....	95
ANEXO F - Quadro de produtividade (SBD, 199-).....	96
ANEXO G - Índice de mão-de-obra de painéis metálicos (SH, 2018).....	96
ANEXO H - Índice de mão-de-obra de painéis metálicos TOPEC (SH, 2018).....	96

1. INTRODUÇÃO

Devido à alta competitividade, as empresas buscam inovações para se sobressaírem no mercado nacional. Para isto, há a necessidade de se pensar em estratégias de aumento de produtividade e redução de custos sem que isto afete a qualidade e profissionalismo do serviço prestado. Nos últimos 50 anos, diferentes métodos de planejamento foram criados para que as corporações definissem suas metas de produtividade e traçassem estratégias para alcançá-las.

O planejamento não é uma ciência exata, porém, o conhecimento aprofundado do cronograma pode minimizar atrasos e, conseqüentemente, custos de um empreendimento. O Brasil é conhecido no mundo por ter uma cultura onde atrasos são corriqueiros e aceitáveis e, em obras de construção civil não seria diferente. Joseph Blatter, presidente da FIFA, declarou que em todos os seus anos de FIFA, o Brasil foi o país com mais atrasos nas entregas de obras da Copa do Mundo e, o país que teve mais tempo para se preparar (SANTOS, 2014, p.1).

Atualmente, temos *softwares* como ferramentas facilitadoras para elaboração de cronogramas. A evolução dos métodos possibilitou um aumento de precisão nos cronogramas e, a utilização de *softwares*, uma otimização de tempo de produção. Considerando a importância do planejamento e controle de obras para cumprir prazos e minimizar custos, este estudo, primeiramente, mostra a elaboração do cronograma e *curva S* de um empreendimento e, em seguida, faz uma análise comparativa entre o progresso físico previsto e o progresso físico realizado nos sete primeiros meses da construção do prédio.

Um desvio de produtividade pode resultar em atrasos no empreendimento, agravando quando se trata de atividades dentro do caminho crítico. O planejamento e controle do empreendimento permitem a identificação desses desvios, mostrando possíveis falhas e deficiências dos métodos empregados na obra. Os resultados serão discutidos para tornar possível a identificação de medidas mitigatórias quando requeridas.

O estudo tem como objetivo analisar o método de planejamento e controle implantados na construção do prédio. Especificamente, tem-se como objetivo o confronto do andamento físico planejado com o andamento semanal real da obra, a avaliação de possíveis deficiências de produtividade enfrentadas e suas possíveis causas, propondo medidas mitigatórias que possam ser implantadas como soluções para os atrasos nas atividades.

Com a busca constante das empresas por aumento de produção e redução de custos, deve-se analisar quais métodos podem ser implantados para que a empresa alcance o sucesso

em seus empreendimentos. Para isto, deve-se observar onde as empresas estão errando e como poderemos otimizar seus processos produtivos.

Este trabalho, então, justifica-se pela necessidade de estudo dos métodos de planejamento, com a finalidade de encontrar possíveis soluções para as mesmas. Como o planejamento é um dos ramos da engenharia que mais ganham reconhecimento e espaço no mercado, serão propostos usos de tecnologias e métodos que podem ser empregados para maior precisão e eficiência em planejamento de obras na construção civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contexto histórico do planejamento

A evolução da gestão de projetos, de acordo com Carvalho e Rabechini (2017, p.6), se deu em três etapas: a rotina, a transição e a inovação. A primeira se deu quando a produção se caracterizava pela produção em massa com atividades repetitivas, padronizadas e controladas. Com a flexibilização da produção em massa, criou-se a necessidade de uma visão mais sistêmica, abrangente, com percepção de custos, o que o autor define como etapa de transição. E, finalmente, na etapa de inovação, podemos identificar uma valorização da gestão de projetos através da valorização do capital intelectual, deixando de vender produtos, passando a vender soluções.

O gerenciamento natural e empírico sempre existiu, porém sem ferramentas, tecnologias e métodos definidos. Até 1980 a gestão de projetos não possuía uma identidade própria (CARVALHO; RABECHINI, 2017, p.6). Cotas (2018, p.33) relata que o início do desenvolvimento de métodos de planejamento se deu durante a II Guerra Mundial, onde as forças armadas sentiram a necessidade de uma melhor organização do sistema, já que havia um trabalho conjunto da marinha, exército e aviação de pelo menos três países e as operações eram consideravelmente grandes. Foi assim que se deu início à análise de sistemas, engenharia de sistemas e os métodos de planejamento. Estes foram criados pelo Escritório de Projetos Especiais dos Estados Unidos, tendo o CPM (Critical Path Method; 1957) com foco na implantação de projetos industriais e o PERT (Program Evaluation and Review Technique; 1958) visando projetos militares ligados à corrida espacial.

Carvalho e Rabechini (2017, p.6) ainda ressalta que a junção desses dois métodos levou à criação do PERT-CPM e, que em 1962, surgiu a primeira definição de projeto, definido até então como atividades predefinidas com objetivo, custo e prazo a serem cumpridos; o que levou também ao desenvolvimento da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Carvalho e Rabechini (2017, p.6) afirma que apenas na década de 70 foram impulsionados softwares para auxílio de planejamentos e, a partir da década de 80, boas práticas de gerenciamento de projetos foram consolidadas.

2.2 Escopo do Projeto

De acordo com Viana (2005, p.16), um projeto é considerado bem-sucedido quando:

- a) é concluído dentro do prazo;
- b) se encontra dentro do orçamento previsto;
- c) utiliza de recursos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) sem desperdícios;
- d) possui qualidade e desempenho desejados;
- e) possui o mínimo de alterações em seu escopo;
- f) possui aprovação sem restrições por seu contratante;
- g) não afeta as atividades normais da corporação;
- h) não agride a cultura da organização.

É comum nos depararmos com projetos que falham por diferentes causas. Viana (2005, p.19) destaca entre as principais causas: a mudança da estrutura organizacional da empresa, o aumento de preços do previsto no orçamento, a mudança de tecnologia dos serviços, o progresso físico da obra abaixo do previsto e um cenário político-econômico desfavorável.

Escopo são todos os elementos necessários para o projeto ser executado e ter o produto esperado (MATTOS, 2010, p.57). Maximiano (2016, p.49) afirma que o processo de planejar o escopo é a realização das etapas de declaração e detalhamento de itens; sendo a declaração um enunciado simples do que será feito no projeto e, o detalhamento, o desbravamento minucioso de cada um desses itens. Maximiano (2016, p.50) ainda declara que a etapa de declaração do escopo, é a etapa que dá foco às atividades e, que a falta desse foco resulta em empreendimentos com alta probabilidade de falhar.

Desta forma, o escopo define tudo que será planejado, sendo necessário um detalhamento de qualidade para que, enfim, possamos ter todas as atividades delegadas no projeto.

Carvalho e Rabechini (2017, p.78,79) dividem o gerenciamento de escopo em seis processos, sendo eles:

- a) **Processo de planejar o escopo** – onde será definido os focos e detalhamentos do

escopo, a sequência a qual será controlada posteriormente.

- b) Processo de coletar os requisitos** - etapa na qual serão definidos as necessidades e os requisitos através de entrevistas com os *stakeholders*.
- c) Definição de escopo** - processo de desbravar os projetos a serem executados, definindo assim, as “declarações” ou itens em foco do escopo.
- d) Criação da EAP** – processo de subdividir o escopo em atividades menores e mais detalhadas, geralmente representadas graficamente.
- e) Validação do escopo** – verificação e validação do escopo.
- f) Controle do escopo** – é o processo de monitoramento do andamento real das atividades previstas na linha de base do escopo.

Além disso Carvalho e Rabechini (2017, p.80) falam sobre a declaração do escopo, que é um projeto que possui informações sobre o que é o escopo, incluindo:

- a) A justificativa do projeto: explica o porquê de o projeto estar sendo realizado;
- b) O objetivo do projeto: demonstra as metas e os resultados esperados do projeto. Dessa forma, a equipe de trabalho poderá entender onde se deve chegar. Quanto mais preciso (mostrando prazos, custos e qualidade esperados), maiores as chances de um projeto ser executado dentro do planejado.
- c) O produto do projeto: a forma que se espera que seja o produto final. Inclui o critério de aceitação do produto. Pode incluir desenhos, projetos, detalhes de construção, etc.

2.3 Estrutura Analítica do Projeto

Tendo o escopo declarado, a representação gráfica da decomposição de cada item (ou detalhamento) é o que chamamos de *estrutura analítica de projeto* (EAP) ou *linhas de entregáveis* ou *WBS – work breakdown structure* (MAXIMIANO, 2016, p.50). Carvalho e Rabechini (2017, p.81) definem como a desagregação ou integração do trabalho para controle e execução de atividades planejadas. Essa estrutura é importante para identificação dos detalhes necessários a serem lembrados no cronograma e delegação de atividades. Mattos (2010, p.59) compara a EAP com uma árvore genealógica, onde podemos identificar a hierarquização de

cada membro da família. Com a elaboração da EAP, as atividades se tornam mais definidas e, isto possibilita a atribuição da duração das tarefas no campo.

Para que ocorra o gerenciamento dos pacotes de trabalho, Carvalho e Rabechini (2017, p.81) identificam cinco elementos que devem estar interligados com os pacotes de trabalho estabelecidos, são eles:

- a) O orçamento: cronograma financeiro do que deverá ser desembolsado;
- b) Objetivo: as metas que devem ser atingidas;
- c) Deliverables/entregas: insumos associados ao trabalho;
- d) Programação: interdependência das atividades programadas;
- e) Responsabilidades: a mão-de-obra necessária (homem/hora).

Os autores ainda afirmam que para elaboração da EAP ou WBS, é necessário um processo *top-down* (do todo para parte), decompondo o trabalho até que chegue ao pacote de trabalho desejado. Lembrando que não há redundância (repetições) entre as “caixinhas”, apesar de que todas estão interligadas e, a soma do trabalho de todas as caixinhas de um determinado nível representa 100% do item superior a elas.

Mattos (2010, p.59) ainda assegura que não há uma regra específica para a elaboração da EAP ou WBS e que, por exemplo, dois planejadores poderão formular duas EAP bastante diferentes para o mesmo projeto. Além disso, o autor alega que a quantidade de vezes que um item deve ser decomposto depende do bom senso do planejador. Quanto maior a riqueza de detalhes do planejamento, maior será o custo de controle e, quanto menor a riqueza de detalhes, menor o custo, porém isto poderá acarretar em falta de precisão do controle.

2.4 Cronograma físico-financeiro

O cronograma definido por Meredith (2003 apud SANTOS, 2014, p.2) nada mais é que a transformação de um plano de ação em um plano ou programação operacional. O gerenciamento de projetos é um trabalho árduo pelo fato de trabalhar em conjunto com três questões que estão sempre em conflito: o custo, o tempo e o desempenho. Fitzsimmons (2014, p.366) sintetiza isso dizendo que um acréscimo de tempo poderia agregar à qualidade ou desempenho de um produto a ser produzido, porém, isso poderia levar ao descumprimento de

um prazo contratual, que levaria ao prejuízo na produção. Em outras palavras, o tempo, o custo e o desempenho são os grandes desafios para a gestão de projetos.

Após o planejamento com a definição das especificações do projeto e os objetivos acordados com os *stakeholders* (escopo), é necessário definir a programação do projeto, com datas de início e fim para cada atividade. O cronograma, de acordo com Wacha e Silva (2014, p.5), corresponde à parte do projeto que define a sequência e duração das atividades a serem executadas. Ele geralmente é apresentado em forma de gráfico. Segundo Wacha e Silva (2014, p.5) o eixo das abcissas do cronograma é a variável **tempo**, o que explica a origem da palavra “cronograma”: do grego, *chrónos* (tradução: tempo).

De acordo com o estudo realizado por Marega e Antônio (2017, p.17), o planejamento na construção civil, comparado à outras indústrias, envolve um alto grau de complexidade por diversos fatores como, por exemplo, o nomadismo: cada obra é realizada em locais diferentes, o que envolve fatores diferentes a serem analisados.

Oliveira (2006 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017) detalha um planejamento nas seguintes etapas:

- a) Divisão das macroatividades em microatividades;
- b) Definição da sequência das atividades;
- c) Atribuição dos recursos necessários para elas e
- d) Definição do tempo a ser executado cada atividade.

Através do cronograma físico-financeiro estará definido o que deverá ser desembolsado por intervalo de tempo (semana, mês ou ano) e, assim, poderá ser definido exatamente quanto o investidor do empreendimento deverá desembolsar para que não seja pego de surpresa e resulte em interrupção de atividades, empréstimos e prejuízos.

2.5 Duração das atividades

Segundo Mattos (2010, p.62), não é de bom senso ter uma atividade de muito longa duração e outras de muito curta duração. É necessário encontrar um equilíbrio entre essas durações das atividades do cronograma através da decisão da subdivisão ou não dos itens. Por exemplo, se o planejamento a ser realizado se trata de uma hidrelétrica, é de extrema

importância a subdivisão do item de concretagem de blocos em montagem de fôrma e armação dos mesmos; porém, se estamos falando da construção de um ponto de ônibus, será desnecessário a subdivisão do item de concretagem em montagem de fôrmas e armação. Mattos (2010, p.63) aponta que é necessária a identificação de até que ponto o desmembramento de uma atividade melhora o acompanhamento da obra e, condena o preciosismo nesse atributo.

Para definição da duração de atividades, precisamos primeiramente do fator **índice**, que Mattos (2010, p.77) define como a incidência de cada insumo na execução de uma atividade. Logo, o índice terá unidade de tempo por unidade de trabalho, como h/kg, h/m², dia/m³, etc. O mesmo será utilizado como fator para determinação da quantidade de HH (homem-hora) necessária para cada atividade.

Em oposição ao índice, temos a **produtividade**, que Mattos (2010) define como a quantidade de trabalho produzida por uma pessoa ou equipe dentro de um intervalo de tempo definido. A produtividade é expressa por kg/h, m²/h, m³/dia, etc.

2.6 Cronograma de Gantt

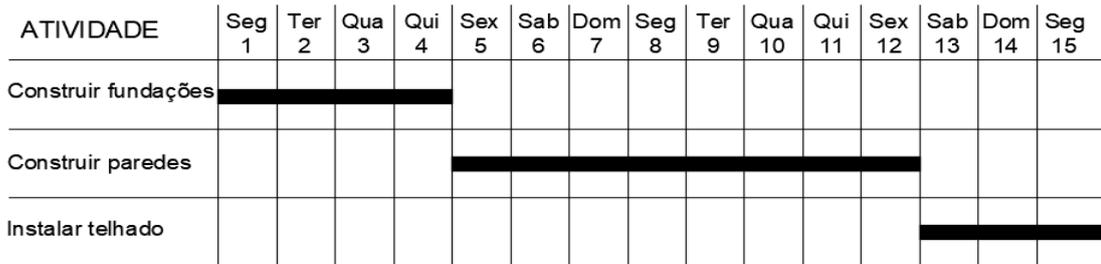
Para a melhor visualização das atividades com suas sequências e prazos, planejadores criaram alguns artifícios gráficos. Desenvolvido por Henry Gantt em 1916, o famoso *gráfico de Gantt* é uma ferramenta importante e visualmente atraente para o acompanhamento das atividades e monitoramento do progresso real da obra em relação ao previsto (FITZSIMMONS, 2014, p.368). Wacha e Silva (2014, p.5) alegam que o cronograma de Gantt foi utilizado especialmente no século XX para a construção de navios cargueiros e, o mesmo é utilizado até hoje para planejamento de outros tipos de empreendimentos. O autor explica que o tal nada mais é que um gráfico onde as atividades são demonstradas em ordem sequencial do lado esquerdo e, à direita, em barras, as atividades são representadas em suas devidas escalas de tempo. Os comprimentos das barras representam a duração das atividades e, as datas de início e fim podem ser lidas numa escala de tempo que é desenhada na parte superior.

"O gráfico de barras constitui uma importante ferramenta de controle, porque é visualmente atraente, fácil de ser lido e apresenta de maneira simples e imediata a posição relativa das atividades ao longo do tempo." (MATTOS, 2010, p.202)

Em contrapartida, apesar de suas qualidades e sua praticidade, Fitzsimmons (2014,

p.370) alega que o *gráfico de Gantt* não possui um formato ideal para empreendimentos mais complexos, pois em sua estrutura não é apresentada com clareza a interdependência das atividades. Dessa forma, não há também um caminho crítico definido, ou seja, o gráfico não demonstra os locais que os recursos devem ser focados para que não atrase o empreendimento.

Figura 1 - Cronograma de Gantt



Fonte: Wacha e Silva (2014)

2.7 Diagrama de rede PERT

Diagramas de rede são caracterizados por possuírem as informações de duração de atividades e suas interdependências, acusando, assim, o caminho crítico do empreendimento (MAXIMIANO, 2016, p.96). Especificamente, o diagrama de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) refere-se ao método AON (Activity on Node, ou atividades sobre os nós), que consiste na utilização de círculos que representam as atividades e setas demonstrando a sequência das mesmas (FITZSIMMONS, 2014, p.370).

O Diagrama PERT foi criado pela Marinha americana em 1958, com a colaboração da Booz-Allen Hamilton e da Lockheed Coporation para o projeto do míssil Polaris (SANTOS, 2014, p.2). O mesmo foi elaborado com o objetivo de obter informações da probabilidade de um empreendimento ser finalizado na data pretendida (SANTOS, 2014, p.2). Assim, Kerzner (2006 apud NASCIMENTO, 2007, p.177) salienta que o diagrama PERT utiliza a duração como denominador comum para análise do sucesso do empreendimento de acordo com o prazo, o custo e o progresso físico. Atualmente, o diagrama PERT se tornou um dos mais utilizados para elaboração de cronogramas.

O quadro 1 refere-se a um torneio de tênis, apresentando as atividades a serem desenvolvidas e suas respectivas predecessoras.

De acordo com o quadro 1, a atividade A será “negociar com a localização”, tal atividade tem a duração estimada de 2 dias e não possui predecessores. A atividade B (contatar

os jogadores ranqueados) também não possui predecessores, portanto deverá ser feita em paralelo com a atividade A e possui 8 dias de duração. A atividade C (planejar a promoção) terá 3 dias de duração estimada e depende da atividade A, portanto, só será realizada após o cumprimento da atividade A. A atividade D (localizar os juízes) e E (enviar os convites RSVP) só poderão ser realizadas após o cumprimento da atividade C e tem 2 e 10 dias de duração respectivamente. A atividade F (assinar os contratos com os jogadores) depende do cumprimento das atividades B e C e possui 4 dias de duração. A atividade G (comprar bolas e troféus) depende da D com 4 dias de duração. A atividade H (negociar com fornecedores de serviços), de 1 dia de duração, possui como predecessoras as atividades E e F. A atividade I (preparar o local) têm as atividades E e G como predecessoras e possui 3 dias de duração. A atividade J (torneio) é a efetivação do campeonato que durará 2 dias e depende do cumprimento das atividades H e I.

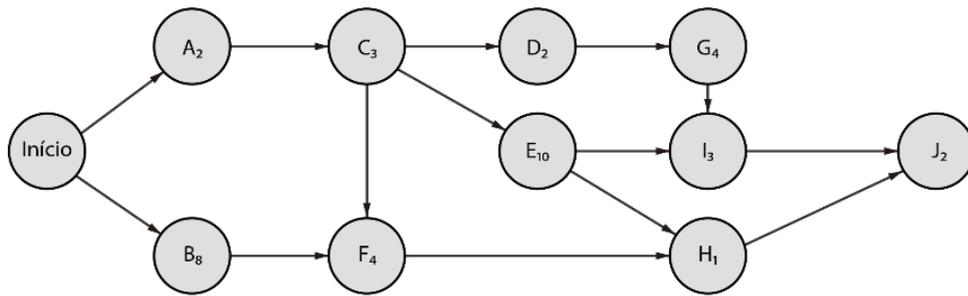
Quadro 1 - Quadro de atividades

Descrição da atividade	Código	Predecessor imediato	Duração estimada (dias)
Negociar a localização	A	-	2
Contatar os jogadores ranqueados	B	-	8
Planejar a promoção	C	A	3
Localizar os juízes	D	C	2
Enviar os convites RSVP	E	C	10
Assinar os contratos com os jogadores	F	B, C	4
Comprar bolas e troféus	G	D	4
Negociar com fornecedores de serviços	H	E,F	1
Preparar o local	I	E,G	3
Torneiro	J	H,I	2

Fonte: Fitzsimmons (2014)

A figura 2 está representado o diagrama PERT do empreendimento do quadro 1, com os círculos representando as atividades e as setas representando as interdependências das mesmas (método AON). Os números ao lado de cada letra representam a duração das atividades. Como podemos ver, as atividades A e B estão sendo feitas em paralelo e a atividade C só será realizada depois de completada a atividade A. A atividade F está recebendo setas da atividade C e B, logo, depende do cumprimento de ambas. A atividade D e E dependem apenas da atividade C. Com o cumprimento da atividade D, poderemos iniciar a atividade G que em conjunto com a atividade E poderá dar início a atividade I. A atividade H depende tanto da atividade F quanto da E e a atividade J depende das atividades I e H.

Figura 2 - Diagrama PERT (rede AON) do torneio de tênis



Fonte: Fitzsimmons (2014)

2.8 Método do Caminho Crítico

O método do caminho crítico (CPM, *critical path method*), desenvolvido por James Kelley Jr. em 1957 (FILHO, FÁVERO; CASTRO, 2006, p.61), é um artifício para encontrar as datas de início e fim das atividades de um empreendimento (FITZSIMMONS, 2014, p.370). Com ele, podemos definir as datas máximas e mínimas de uma atividade, para que o empreendimento não tenha nenhum atraso, definindo, assim, o *caminho crítico* da obra. No *caminho crítico* encontram-se as atividades cuja a atenção deve estar voltada com o máximo de alocação de recursos e um gerenciamento mais cauteloso (FITZSIMMONS, 2014, p.370).

Quadro 2 - Termos para cálculo do caminho crítico

Item	Símbolo	Definição
Duração esperada de uma atividade	t	Duração esperada da atividade
Início antecipado ou <i>early start</i>	ES	O primeiro momento em que uma atividade pode iniciar se todas as atividades precedentes forem iniciadas em seus tempos de início antecipados
Finalização antecipada ou <i>early finish</i>	EF	O primeiro momento em que uma atividade pode ser finalizada se esta tiver sido iniciada em seu tempo de início antecipado
Início tardio ou <i>late start</i>	LS	O último momento em que uma atividade pode iniciar sem atrasar a finalização do projeto
Finalização tardia ou <i>late finish</i>	LF	O último momento em que uma atividade pode ser finalizada se tiver começado em seu tempo inicial tardio
Folga total	TS	O tempo que uma atividade pode ser atrasada sem atrasar a finalização do projeto

Fonte: Fitzsimmons (2014)

Para compreender como calcular o caminho crítico de um empreendimento, há alguns termos essenciais demonstrados no quadro 2.

Para cálculo do caminho crítico, é necessária a identificação do *early start*, *early finish*, *late start*, *late finish*, *duração* e *folga total*. O ES e o EF são calculados usando o *percurso para frente* ou *caminho de ida* (*forward pass*) e, o LS e o LF são calculados usando um *percurso para trás* ou *caminho de volta* (*backward pass*) (FITZSIMMONS, 2014, p.372).

Fitzsimmons (2014, p.373) explica, através do exemplo do torneio de tênis, como encontrar o caminho crítico do empreendimento. Assim que já estiver estabelecido a duração e as precedências das atividades, o diagrama PERT servirá de auxílio para a análise do caminho crítico. Os próximos passos estão sintetizados abaixo:

- a) Encontrar, através do *caminho de ida*, o *early finish*, que é a **soma** da duração e do *early start* de cada atividade representada. O *early start* de uma atividade será o *early finish* da **atividade anterior**. Em casos de haver alguma atividade que “recebe” mais de uma seta, o **maior EF** deve prevalecer. Logo:

$$ES = EF_{\text{predecessor}}$$

$$EF = ES + t$$

Sendo,

$EF_{\text{predecessor}}$ → a finalização mais cedo de uma atividade imediatamente predecessora;

- b) Através do *caminho de volta*, será encontrado o *late start* e o *late finish* de cada atividade. O *late finish* será o *late start* da atividade **sucessora**. O *late start* será o *late finish* **subtraído** da duração da atividade em questão. Em casos de atividades que possuem mais de uma seta de saída, o *late finish* que deve prevalecer será o **menor** *late start* das atividades sucessoras. Assim:

$$LS = LF - t$$

$$LF = LS_{\text{sucessor}}$$

Sendo,

LF_{sucessor} → o início mais tarde de uma atividade imediatamente sucessora.

- c) As *folgas* (TS) das atividades são encontradas através da subtração do *late start*

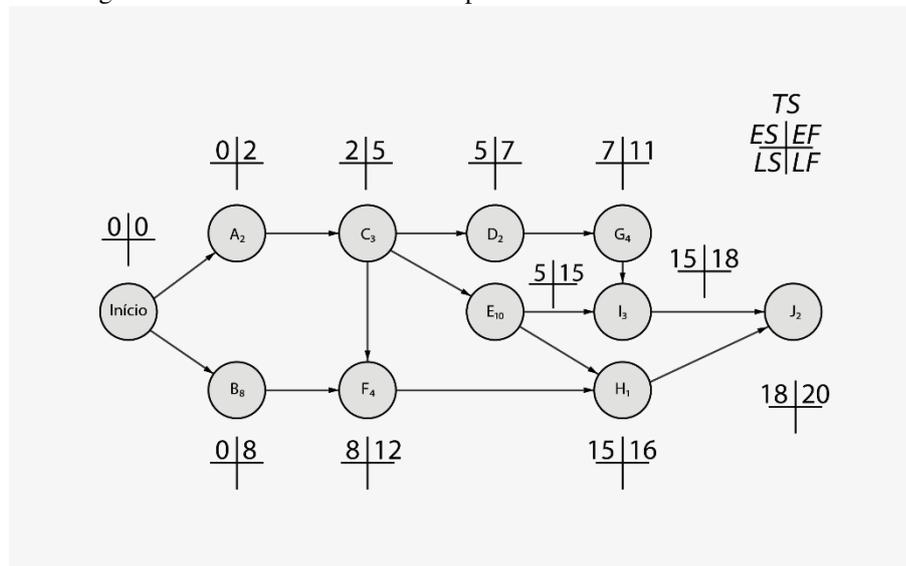
e *early start* de cada atividade.

$$TS = LS - ES$$

- d) O caminho crítico será formado pelas atividades cujas folgas são $TS = 0$.

A figura 3 está representado o campeonato de tênis anteriormente relatado com seus referentes cálculos de tempo mais cedo e sua análise do caminho crítico.

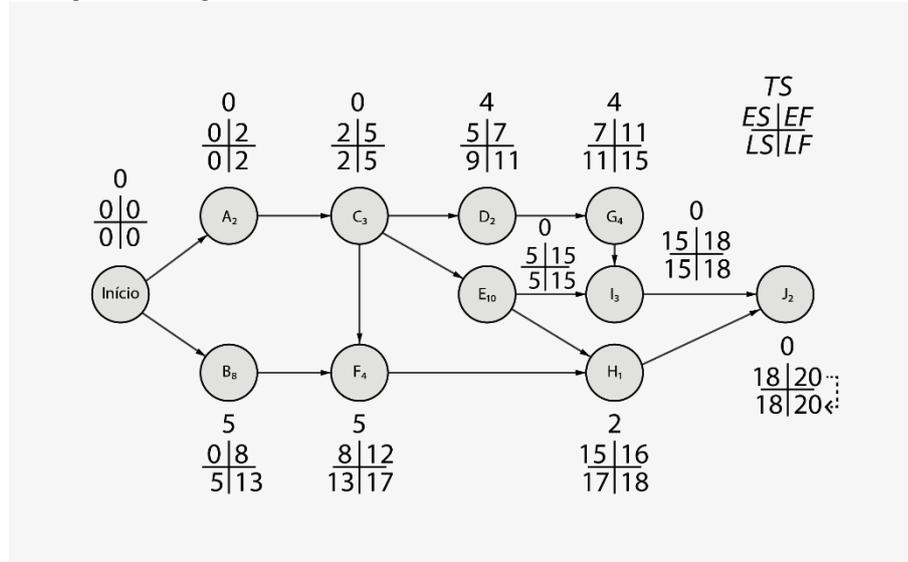
Figura 3 - Diagrama PERT com cálculos do tempo mais cedo das atividades do torneio de tênis



O valor do lado esquerdo superior de cada quadrinho representa o *early start* (ES) de cada atividade e o valor do lado direito superior representa o *early finish* (EF). Assim, a atividade A possui $ES_A = 0$, por ser a primeira atividade e, $EF_A = 0 + 2$. A atividade B também possui $ES_B = 0$ e, seu $EF_B = 0 + 8$. A atividade C possui ser ES igual ao ES da atividade predecessora (A), logo, $ES_C = EF_A = 2$ e $EF_C = 2 + 3$. A atividade F já que possui dependência tanto da atividade B quanto da C, prevalece a que tiver um *early finish* maior, assim, $ES_F = EF_B = 8$ e $EF_F = 8 + 4$. A atividade D e E, já que dependem apenas da atividade C, possuem $ES_D = ES_E = EF_C = 5$, sendo $EF_D = 5 + 2$ e $EF_E = 5 + 10$. A atividade G depende apenas da atividade D, então $ES_G = EF_D = 7$ e $EF_G = 7 + 4$. A atividade I depende tanto da atividade G quanto da E, prevalecendo então o maior *early finish*, como $EF_E > EF_G$, então, $ES_I = EF_E = 15$. A atividade H depende tanto da atividade E quanto da F, assim, pelo mesmo raciocínio anterior, $ES_H = EF_E$

= 15 e $EF_H = 15 + 1$. A atividade J depende das atividades I e H, como $EF_I > EF_H$, então $ES_J = EF_I = 18$ e $EF_J = 18 + 2$.

Figura 4 - Diagrama PERT com análise de caminho crítico do torneio de tênis



Fonte: Fitzsimmons (2014)

Para cálculo do caminho crítico teremos os valores inferiores dos quadrinhos representados na figura 4. Os valores da esquerda inferior representam o *late start* (LS) de cada atividade e os valores da direita inferior representam o *late finish* (LF).

Inicia-se o cálculo com o *percurso para trás*, ou seja, inicia-se na atividade J. O LF da atividade J será o mesmo EF, por não ter nenhuma atividade posterior a ela, logo $LF_J = EF_J = 20$ e $LS_J = 20 - 2$. As atividades H e I já que possuem como atividade sucessora apenas a atividade J, possuem $LF_H = LF_I = LS_J = 18$, sendo $LS_H = 18 - 1$ e $LS_I = 18 - 3$. A atividades G e E possuem como sucessora a atividade I, logo $LF_G = LF_E = LS_I = 15$, sendo $LS_G = 15 - 4$ e $LS_E = 15 - 10$. A atividade D tem como sucessora a atividade G, assim $LF_D = LS_G = 11$ e $LS_H = 11 - 2$. A atividade C possui 3 sucessoras (D, E e F), prevalecendo, assim, a que possui menos *late start*, logo, como $LS_E < LS_D < LS_F$, $LF_C = LS_E = 5$ e $LS_C = 5 - 3$. A atividade A possui como sucessora a atividade C, assim $LF_A = LS_C = 2$ e $LS_H = 2 - 2$. A atividade B possui como sucessora a atividade F, logo $LF_B = LS_F = 13$ e $LS_B = 13 - 8$.

Os valores que estão soltos em cima de cada quadrinho são as *folgas* de cada atividade, ou seja, a subtração do *late start* pelo *early start* de cada atividade. O caminho crítico da atividade encontra-se onde as folgas são nulas (TS = 0), dessa forma, no diagrama acima

temos o seguinte caminho crítico:

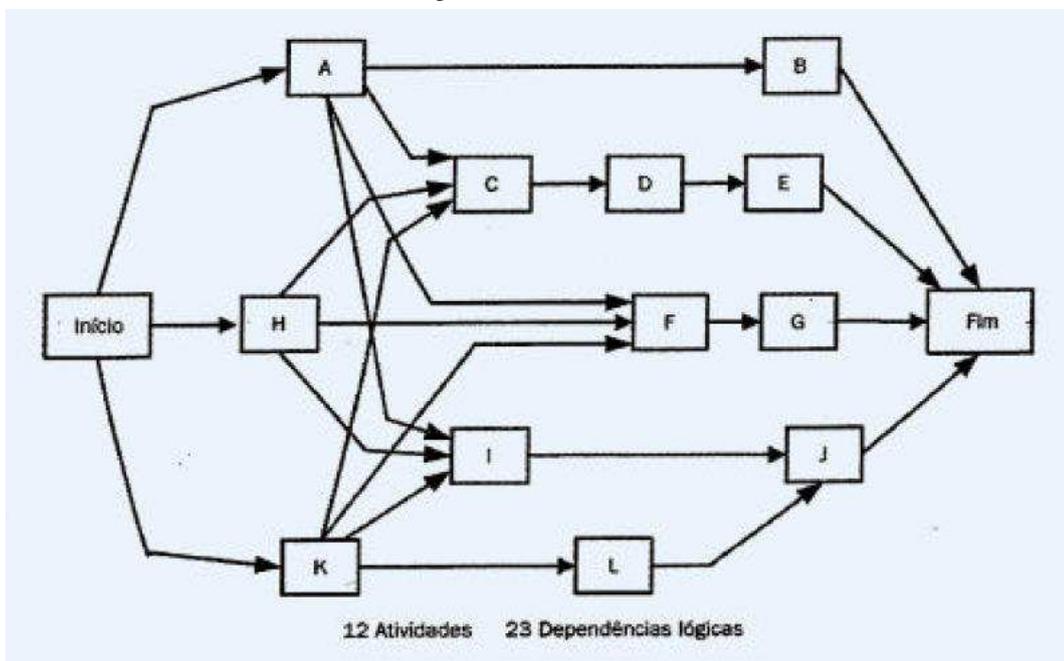
Atividade A → Atividade C → Atividade E → Atividade I → Atividade J

2.9 Diagrama de Precedências

O diagrama de precedências ou PDM ganhou certa relevância quando, por volta de 1964, para o processamento de redes, deu-se a publicação do manual do usuário do “PMS – *Project Management System*”, um software de gerenciamento de projetos desenvolvido principalmente por J. David Craig para o computador IBM 1440 (MODER, PHILLIPS; DAVIS, 1983 apud NASCIMENTO, 2007, p.178).

O método PDM possui como representação gráfica retângulos para representar as atividades e setas que conectam as atividades entre elas, criando as interdependências, como podemos visualizar na figura 5.

Figura 5 - Método PDM



Fonte: PMI, 2004 apud Nascimento (2007)

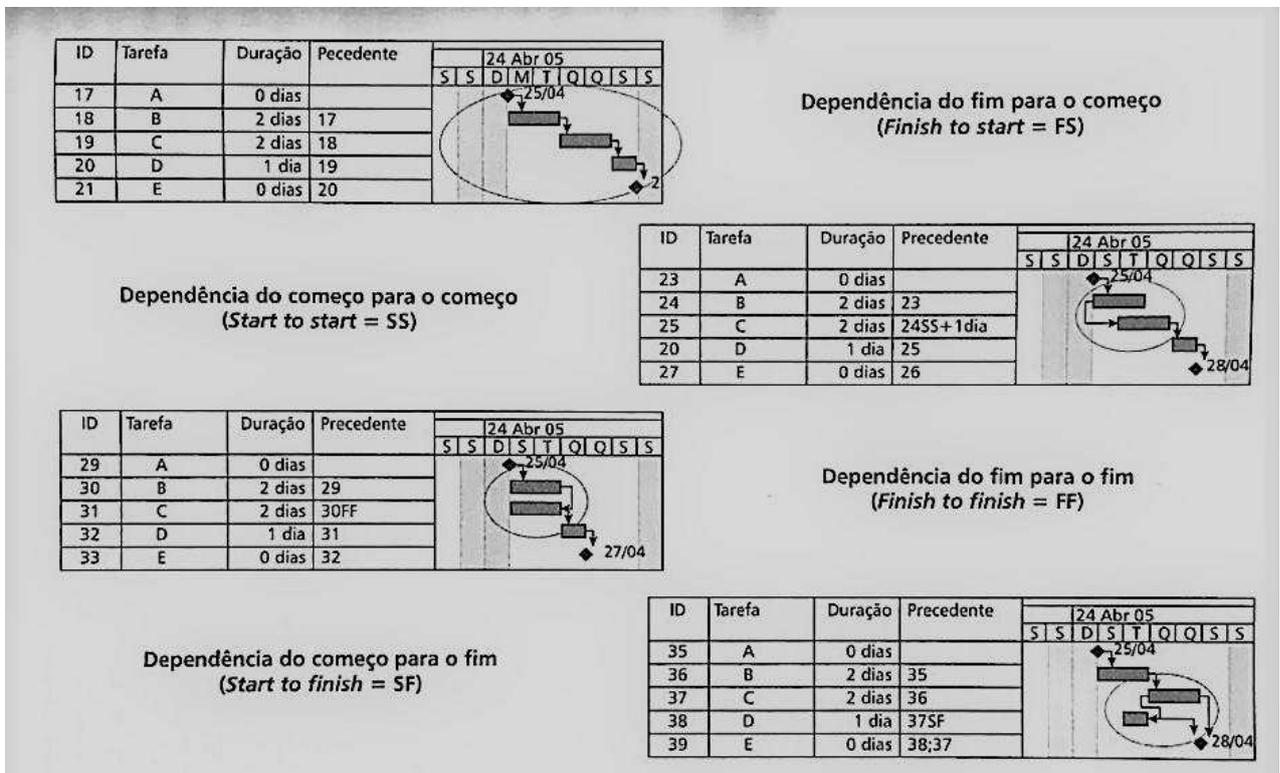
Um importante avanço do método foi o desenvolvimento de mais três tipos de dependências, ao invés de uma como nos métodos PERT e CPM (CRANDALL, 1973 apud NASCIMENTO, 2007, p.178). Maximiano (2016, p.92) apresenta os quatro tipos possíveis de

dependência de atividades que o método PDM permite, são elas:

- ✓ Dependência do começo para o começo ou *start to start (SS)* – a atividade começa assim que (ou depois que) a outra inicia;
- ✓ Dependência do fim para o começo ou *finish to start (FS)* – a atividade inicia quando (ou depois que) a sua precedência termina;
- ✓ Dependência do começo para o fim ou *start to finish (SF)* – a atividade termina quando (ou depois que) a sua precedente começa;
- ✓ Dependência do fim para o fim ou *finish to finish (FF)* – a atividade termina quando (ou depois que) a atividade precedente termina.

Maximiano (2016, p.91) ressalta que há inúmeros *softwares* que utilizam esse método para gestão de projetos, mas que é importante para o planejador entender o método ao invés de apenas utilizar o *software*.

Figura 6 - Tipos de dependências no sequenciamento de atividades desenhados no *MS Project* (desenho de Marisa Villas Bôas Dias)



Fonte: Maximiano (2016)

2.10 Cronograma Gantt-PERT/CPM

O método PERT e o CPM se diferem, basicamente, pela forma como é tratado o tempo: o CPM utiliza valores determinísticos (baseada no conhecimento prévio adquirido através de trabalho idênticos) enquanto o PERT possui até três estimativas de tempo (otimista, mais provável e pessimista), com a utilização da média ponderada dos três, sendo, assim, um modelo mais probabilístico (Filho, Fávero & Castro, 2006, p.61).

Os dois métodos trabalham com a interdependência das atividades, determinando uma sequência de execução e, ambos possibilitam a determinação da duração das atividades e das folgas entre elas (Filho, Fávero & Castro, 2006, p.62).

Filho, Fávero e Castro (2006, p.67) explicam que o cronograma de Gantt permite a visualização do tempo planejado para a execução de uma determinada atividade, porém, não permite a identificação das interdependências das atividades. Os autores alegam que a junção do cronograma de Gantt com as redes PERT/CPM permite um refinamento da visualização gráfica do empreendimento, identificando as folgas e datas das atividades, além dos eventos-marcos do projeto. Dessa forma, há uma junção das vantagens do cronograma (mostrar as atividades com durações em escala) com as vantagens da rede (mostrar a inter-relação das atividades).

O cronograma de Gantt-PERT/CPM ou cronograma de Gantt-PERT/CPM-Roy de acordo com Wacha (2014, p.8) adiciona ao cronograma de Gantt as seguintes informações representadas no quadro 3:

Quadro 3 - Itens do cronograma Gantt-PERT/CPM

Informação	Como aparece no cronograma
Numeração das atividades	De acordo com a rede
Sequenciação	Pequenas setas que mostram a sequência das atividades
Datas mais cedo e mais tarde de início e de fim	PDI, UDI, PDT, UDT
Folgas	Pode-se limitar à folga total ou abranger todas
Atividades críticas	Hachuradas ou com traço forte
Realizado	Situação atual (real) do projeto

Fonte: Wacha (2014)

Para a facilitação dos novos projetos, novas ferramentas foram introduzidas para o planejamento e gestão de prazos e custos. Marega e Antônio (2017, p.27) cita o *MS Project* como um *software* para elaboração de cronogramas e o seu acompanhamento com o objetivo de alcançar metas e não exceder custos. Os autores afirmam que entre suas vantagens está a fácil assimilação e a adaptabilidade a qualquer tipo de projeto, sendo eles grandes, pequenos, simples ou complicados.

Marega e Antônio (2017, p.27) salienta que com a ferramenta *MS Project* é possível correlacionar a duração, os recursos e o custo do empreendimento, além de viabilizar as datas de início e fim de cada atividade.

2.11 Controle de obra

O controle de uma obra, segundo Queiroz (2007, p.9), é a medição periódica, comparando o efetivamente realizado com o planejado, analisando as variações e tirando conclusões para medidas corretivas.

Morelli (2007, p.7) afirma que um projeto deve ter como objetivo um controle abrangente de forma a não ultrapassar custos, prazos e qualidade estipulados. Isto envolve controlar fatores que levam a mudanças da linha de base e, para um gerenciamento eficiente de projeto, precisa-se de três indicadores: orçamento, avanço físico do projeto e o que foi efetivamente gasto no período.

2.11.1 Progresso físico do projeto

O avanço físico de projeto foi iniciado em 1967 pelo Departamento de Defesa Americano (DOD) com o objetivo de controlar projetos e programas, administrando riscos e custos (MORELLI, 2007, p.31).

Fleming (1999 apud MORELLI, 2007, p.31) define o *avanço físico* como o comparativo de desenvolvimento obtido comparado com o que foi gasto para obtê-lo. Morelli (2007, p.31) ainda afirma que o trabalho fisicamente é definido como o produto da força e o deslocamento e, da mesma forma, é necessário tanto a alocação de recursos no empreendimento quanto o “deslocamento” dos mesmos cumprindo as atividades.

Mattos (2010, p.287) declara que o processo de **aferir o progresso** das atividades

consiste em mensurar o avanço da atividade, determinando o quanto foi feito até a *data de status*, que é o momento a qual se refere tal avanço. O autor destaca quatro formas de definir o avanço físico acumulado de uma determinada atividade, são elas:

- a) Unidades físicas: é a forma preferível de apropriação. Com ela, define-se o andamento de uma atividade por unidades de trabalho. Por exemplo, uma escavação seria definida pelo volume (m³) medido e uma pintura de parede seria definida pela área (m²) pintada.
- b) Rateio (percentual): é utilizada quando uma atividade não tem uma unidade de medida exata e o planejador se baseia por uma estimativa percentual. Por exemplo, o acabamento de um empreendimento ou o enchimento de um reservatório de uma barragem.
- c) Marcos ponderados: quando uma atividade é composta por vários itens, o planejador pode optar por ratear a atividade com diferentes pesos. Por exemplo, para a instalação de um coletor de esgoto – pesos: 30% para escavação, 40% para assentamento do tubo, 15% para reaterro e 15% para pavimentação.
- d) Por data: quando a atividade é baseada por data de entrega, como um material de longa entrega, verifica-se a data de entrega do insumo e calcula-se a porcentagem de duração da atividade já decorrida.

2.11.2 Linha de base

Segundo o PMI (2004 apud NASCIMENTO, 2007, p.210), a *linha de base* ou *planejamento referencial (baseline)* é o planejamento aprovado pela equipe executora e, que serve como referência para a execução. Logo, a *linha de base* reflete a lógica sequencial das atividades e identifica o caminho crítico. Quanto mais próximo o andamento real da obra em relação à *linha de base*, melhor, pois demonstra que o andamento está dentro do planejado.

2.11.3 Linha de progresso

A linha de progresso é utilizada para uma rápida visualização do andamento da obra. A mesma é desenhada de cima para baixo no cronograma, fazendo um *zigzag* ligando os pontos de avanço real do empreendimento (MATTOS, 2010, p.289).

Supondo os seguintes dados de um empreendimento numa certa semana representados no quadro 4. Podemos observar que as atividades A, B e C estão com a percentagem realizada igual à do previsto. A atividade C está com 60% concluída quando estava previsto estar apenas 50%. A atividade E tem apenas 30% de conclusão quando estava planejado estar 60%. As atividades F e G ainda não tiveram nenhum progresso, porém a atividade F estava prevista para já ter 33%.

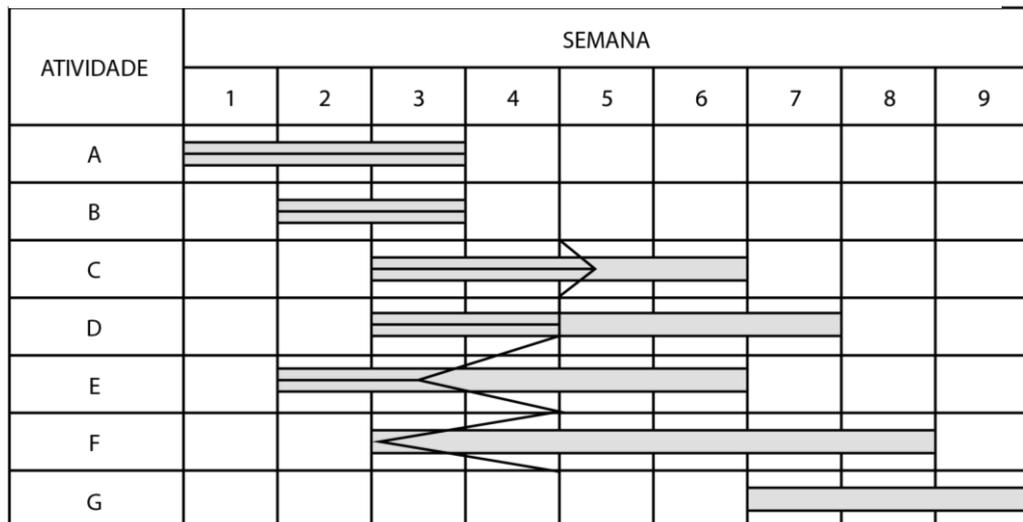
Quadro 4 - Status de atividades

Atividade	Realizado	Previsto
A	100%	100%
B	100%	100%
C	60%	50%
D	40%	40%
E	30%	60%
F	0	33%
G	0	0

Fonte: Mattos (2010)

Desta forma, temos demonstrada a linha de progresso no cronograma de atividades na figura 7.

Figura 7 - Cronograma com linha de progresso



Fonte: Mattos (2010)

Observando a linha de progresso no cronograma da figura 7, nota-se que a atividade C está adiantada, a atividade D está dentro do programado, a atividade E e F estão atrasadas e, a atividade G tem a linha de progresso dispensada por ainda não estar programado o seu início.

2.12 Distribuição Normal e Curva S

Em projetos de construção civil, existe o constante desafio de controlar o andamento das atividades ao longo do tempo. Como cada atividade possui unidades de medidas diferentes, utilizamos da unidade homem-hora ou custo (dinheiro) para desenvolver as chamadas *curvas S*.

Curva S é a forma gráfica de acompanhar a implantação de um projeto. A principal vantagem de se utilizar a *curva S* é a sua capacidade de sintetizar diferentes dados do empreendimento em uma só representação gráfica (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE-MA, 199-, p.59).

2.12.1 Curva S de trabalho e custo

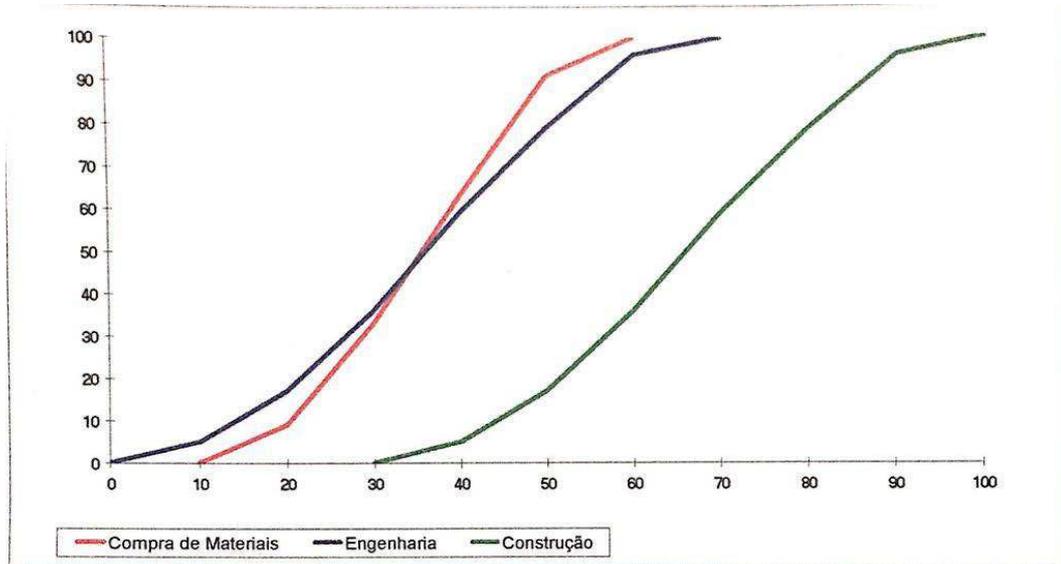
A *curva S* permite que os gestores comparem o previsto com o realizado e controlem o andamento do projeto, analisando se cada etapa está dentro do planejamento (DINIZ, 2017). Coutinho e Cunha (2016, p.66) explicam que o custo de uma construção distribuído ao longo do tempo deve ser aproximado de uma distribuição normal. O autor ainda afirma que a *curva S* de custos deve ter, em sua abscissa, os valores em uma moeda específica (dólar, real, euro, etc.) ou percentagem de custo do empreendimento.

A figura 8 mostra as diferentes *curvas S* de trabalho que se podem ter em um empreendimento. A *curva S* pode ser utilizada para acompanhamento de qualquer empreendimento, por mais complexo que ele seja (SEBRAE-MA, 199-, p.59). Arend (1989, p.25) afirma que o cálculo do trabalho distribuído em homem-hora de execução em percentual está diretamente relacionado ao progresso físico planejado por atividade.

A figura 9 mostra uma *curva S de custo* com valores previstos e efetivamente realizados. Os valores de custo são os valores monetários incluso mão-de-obra, material e

equipamento das atividades.

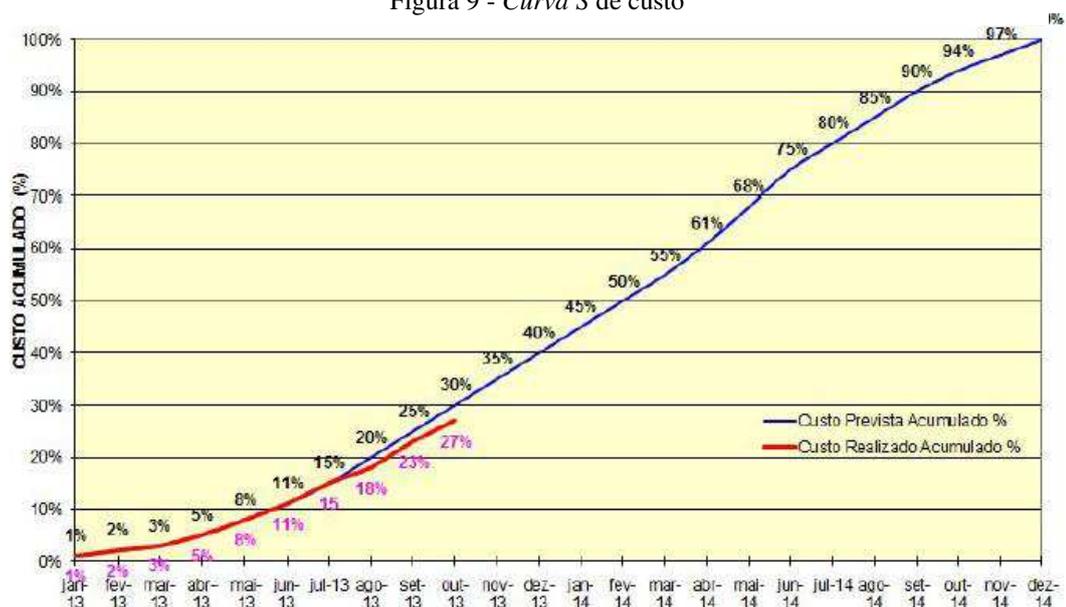
Figura 8 - Cronograma com HH mês a mês



Fonte: SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (Maranhão, 199-)

Mattos (2010, p.262) aborda o fato de que a *curva S de trabalho* não necessariamente irá acompanhar a *curva S de custo*. Um exemplo claro que o autor traz para explicar o fato, é uma hipotética casa com uma fechadura de ouro, que represente 1% do HH da obra e 50% do orçamento e que seja colocada no último dia de obra. Antes da colocação da fechadura, a obra teria 50% do orçamento, porém 99% do andamento físico.

Figura 9 - Curva S de custo



Fonte: Coutinho e Cunha (2016)

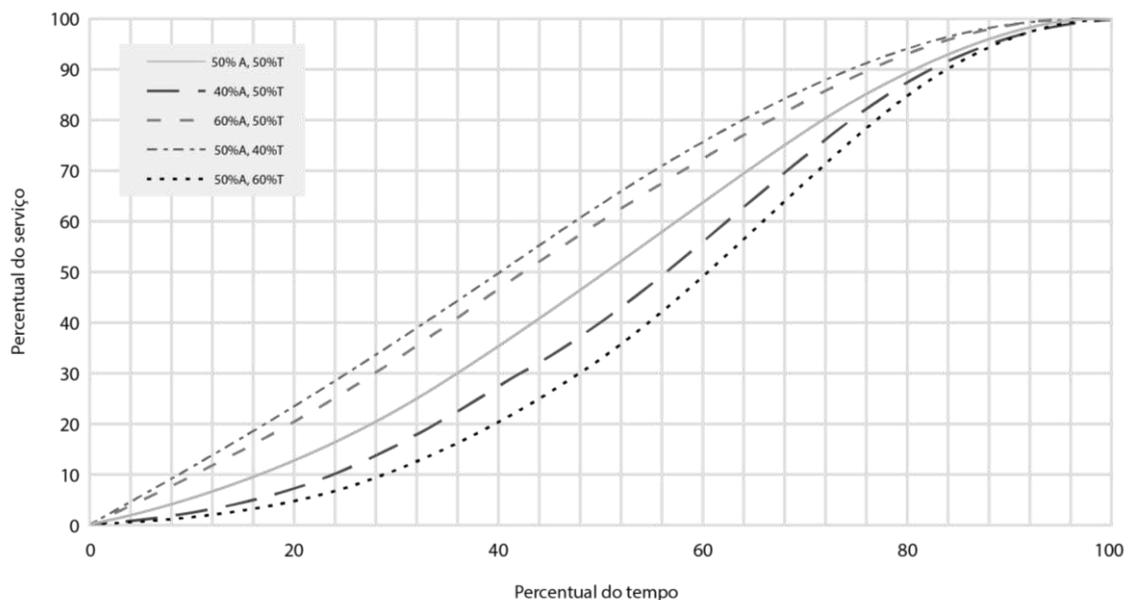
2.12.2 Curva S Padrão

Curva S padrão, assemelha-se a distribuição normal, ou seja, uma curva de Gauss que, introduzida primeiramente pelo matemático Abraham de Moivre, possui alta relevância em distribuições estatísticas (COUTINHO; CUNHA, 2016, p.55). Desta forma, quando comparada com a curva real de avanço do projeto, o planejador poderá observar quão distante está o avanço previsto do avanço de comportamento perfeitamente equilibrado (curva de Gauss).

Mattos (2010, p.263) ainda afirma que esse comportamento ideal tem inúmeras formas. Dentre elas, o autor traz as seguintes opções de *curva S padrão*:

- a) Alcance de 50% do avanço (HH ou custo) em 50% do cronograma;
- b) Alcance de 40% do avanço (HH ou custo) em 50% do cronograma;
- c) Alcance de 60% do avanço (HH ou custo) em 50% do cronograma;
- d) Alcance de 50% do avanço (HH ou custo) em 40% do cronograma;
- e) Alcance de 50% do avanço (HH ou custo) em 60% do cronograma.

Figura 10 - Modelos de *Curva S Padrão*

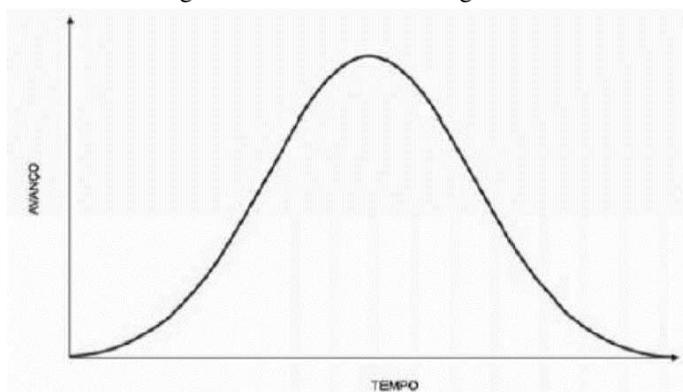


Fonte: Mattos (2010)

Coutinho e Cunha (2016, p.6) destacam os benefícios de se utilizar uma *curva S*, entre eles estão:

- a) uma única curva demonstra o desenvolvimento do empreendimento como um todo;
- b) pode ser aplicada tanto em projetos simples, como em projetos de alta complexidade;
- c) é uma ferramenta que permite a visualização do Previsto x Real.

Figura 11 - Curva de Gauss genérica

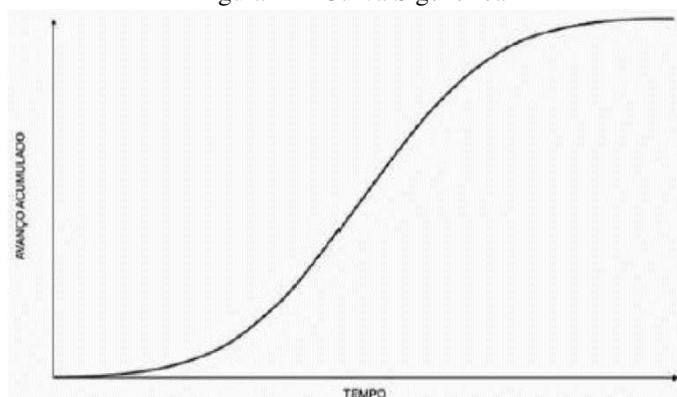


Fonte: Coutinho e Cunha (2016)

Coutinho e Cunha (2016, p.55) definem a curva de Gauss (figura 11) como uma curva que inicia com um progresso lento e, progressivamente, vai aumentando o ritmo, com várias atividades ocorrendo paralelamente; logo, atinge um pico e começa a decrescer o ritmo novamente.

“A distribuição normal é uma das mais importantes distribuições da estatística, conhecida também como distribuição de Gauss ou Gaussiana. Foi primeiramente introduzida pelo matemático Abraham de Moivre.” (COUTINHO; CUNHA, 2016, p.55)

Figura 12 - Curva S genérica



Fonte: Coutinho e Cunha (2016)

Coutinho e Cunha (2016, p.55) ainda ressaltam que o nome “curva S” (figura 12) é

devido ao seu aspecto sinuoso, que é adquirido através do progresso lento-rápido-lento da curva. Os autores ainda destacam que para o estabelecimento de uma *curva S*, utiliza-se como referência a distribuição *gaussiana* ou distribuição normal (anexo E).

Segundo Woodhead e Halpin (2004, p.43), a desvantagem da *curva S* é que ela não mostra se as atividades estão atrasadas em atividades críticas como os métodos de rede.

2.13 Desvios de atividades

É recorrente a observância de desvios de atividades na execução de um empreendimento, inclusive na indústria da construção. Maximiano (2016, p.116) define a probabilidade de acontecer erros e problemas em um empreendimento como Lei de Murphy, cujo enunciado mais conhecido diz que: se algo de errado tiver que acontecer, acontecerá (*If anything can go wrong, it will*). Sendo o enunciado original:

Se houver diferentes maneiras de fazer algo, e uma delas produzir uma catástrofe, alguém a escolherá (If there are two or more ways to do something, and one of those ways can result in a catastrophe, then someone will do it) (MURPHY, 1949)

Quadro 5 - Fatores de desvios de custos e prazos em empreendimentos de construção civil

Categorias	Determinantes
Relações governamentais	Fatores relacionados com licenças, leis, procedimentos burocráticos governamentais.
Contratos	Fatores relacionados com obrigações dos contratos, imposições contratuais, contratos inadequados.
Organização	Fatores relacionados com a supervisão, comunicação, coordenação do trabalho.
Gerenciamento	Fatores relacionados com o gerenciamento, planejamento, cronograma e recursos de materiais no empreendimento
Financiamento	Fatores relacionados ao financiamento do empreendimento.
Projeto e documentação	Fatores relacionados à qualidade do projeto.
Alterações de escopo	Fatores relacionados ao retrabalho, ordens de variação e alteração do escopo inicial.
Aspectos ambientais e econômicos	Fatores relacionados aos efeitos sociais, ambientais e econômicos.
Atividades e equipamentos	Fatores relacionados ao desempenho, habilidades da mão de obra, instruções do trabalho, métodos de construção, ferramentas e equipamentos.

Fonte: Muianga, Granja e Ruiz (2015)

De acordo com uma pesquisa realizada por Muianga, Granja e Ruiz (2015, p.87),

que expressa a opinião de vários autores desde 1985 até 2014, as causas de desvios de atividades em empreendimentos de construção civil podem ser divididas em nove categorias, as quais estão identificadas no quadro 5.

A indústria da construção civil demanda um grau mais complexo de planejamento, pois diferentemente da maioria das indústrias de manufatura, possui um produto único (KERN, 2005 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p.17).

Marega e Antônio (2017, p.29) explanam que há uma recorrente “cláusula de tolerância” que as construtoras costumam elaborar unilateralmente, permitindo a tolerância de (geralmente) 180 dias além do prazo previsto, informado no contrato de compra de entrega do empreendimento. Tal cláusula está sendo cada vez mais inserida devido ao alto índice de falhas em cumprir cronogramas por parte das construtoras.

2.14 Causas de atrasos na indústria da construção

Marega e Antônio (2017, p.29) destacam as principais causas de atrasos de uma obra de construção civil, são eles:

- ✓ Falta de mão de obra especializada: vários ramos no Brasil encontram essa dificuldade e, com a construção civil não é diferente. Há um alto índice de trabalhadores no ramo, porém, a maioria são profissionais com baixa qualificação. Kern (2005 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p.17) acrescenta que a falta de definição de atividades dentro da obra e a alta rotatividade de funcionários também impedem um desenvolvimento contínuo de uma equipe funcional e com experiência;
- ✓ Falta de comunicação: apenas uma mão-de-obra especializada não resolveria o problema. Também é necessária uma boa comunicação entre os diferentes profissionais da obra. A falta de comunicação pode resultar em falhas de execução e, portanto, atrasos por refazer serviços;
- ✓ Falta de gerenciamento de projeto: a falha no gerenciamento de projetos, em conjunto com a falta de bons fornecedores e falta de produtos no mercado, resulta em atrasos de entrega de materiais na obra, impactando cumprimento de prazos.

Miranda (2013 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p.17) salientam as condições climáticas como um dos principais fatores de dificuldade em precisão de cronograma. Como a maioria dos empreendimentos da construção civil são realizados a céu-aberto, chuvas e intempéries podem ser fatores de atraso de cronograma.

Outro fator que Marega e Antônio (2017, p.18) destacam são as falhas de projeto. Segundo Silva (2015 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p.18), as incompatibilizações entre projetos hidráulicos, sanitários, arquitetônicos, elétricos, estruturais e de drenagem são muito comuns além da falta de detalhamento e especificação dos mesmos, dificultando, assim, a fase de execução.

A pessoa responsável pela análise de projetos, compatibilização e solicitação de mais informações (quando necessário) é o gerente de projetos. Porém Marega e Antônio (2017, p.18) afirmam que não é comum a contratação desse profissional por parte das construtoras brasileiras, o que pode ser crítico para o sucesso do empreendimento.

2.15 Consequências de desvios de cronograma

Reis (2010 apud MAREGA; ANTÔNIO, 2017, p.29) salientam as principais consequências de desvio de cronograma como sendo:

- a) Custos: com o atraso do cronograma, a margem de lucro do empreendimento é reduzida;
- b) Fluxo de caixa: o atraso do empreendimento, adia o repasse bancário, impactando a execução da obra e a margem de lucro do empreendimento;
- c) Indisponibilidade de equipes: funcionários ficam alocados para atividades por mais tempo que o previsto;
- d) Credibilidade da empresa: por não honrar prazos, a imagem da empresa fica denegrida, impactando em riscos para futuras negociações;
- e) Indenizações: em alguns casos pode ser aplicável uma indenização por danos morais e materiais.

3. MÉTODO

A descrição da metodologia deste trabalho está dividida em três etapas: estudo da literatura disponível, elaboração do planejamento da construção do prédio e controle da obra, sendo que, este último foi analisado até o dia 12 de maio de 2018.

a) Estudo literário

O Trabalho de Conclusão de Curso foi iniciado a partir de pesquisas realizadas na literatura disponível sobre o tema proposto, tendo como objetivo a obtenção de material para aplicação do tema a um estudo de caso. Dessa forma, foi realizado um estudo dos métodos utilizados em planejamento e controle de obras.

b) Elaboração do planejamento da obra

Por sua vez, foi escolhida a obra de construção do Prédio de Engenharia da Computação na Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI, por se encontrar num local de fácil acesso para estudantes da universidade e, por ser executada por uma empresa de médio porte com pouca experiência em planejamento de obras, podendo, dessa forma, a introdução de um planejamento em muito agregar ao empreendimento.

A responsabilidade contratual da empresa era de fornecer um cronograma de 360 dias para o empreendimento. Para isto, as seguintes etapas foram seguidas: elaboração da EAP, cálculo dos trabalhos dos itens, definição da interdependência das atividades, alocação dos recursos e definição da linha de base.

A EAP foi baseada nos itens previamente orçados e detalhados para o empreendimento, organizados numa sequência lógica de execução. Primeiramente, os itens de uma hierarquia maior foram organizados e, então, foi utilizado o processo *top-down* para decomposição do trabalho em itens mais específicos.

A hierarquização dos itens pode ser encontrada no anexo C. O limite de decomposição dos itens depende do bom senso do planejador, pois a riqueza de detalhes pode levar a custos elevados de controle e, a pobreza de detalhes pode resultar em falta de precisão no controle (MATTOS, 2010, p.59).

Para definição da duração das atividades foram utilizados os seguintes critérios:

- Bom senso e entrevista de pessoas com experiência nas áreas;
- Produto de coeficientes de produtividade pela quantidade do escopo;
- Alocação de recursos.

O cronograma foi elaborado no *MS Project*, pela maior afinidade da planejadora com o programa. A descrição de cada item da EAP foi lançada no programa e, então, foi estipulado as interdependências entre as atividades, utilizando as seguintes opções do *software*:

- Início-Início
- Término-Término
- Início-Término
- Término-Início

Através das quantidades de cada item no escopo, foi calculado individualmente o trabalho necessário para conclusão de cada atividade com a seguinte fórmula:

$$T = I \times Q$$

Onde,

I = índice de mão-de-obra (h/m², h/m, h/ m³, h/kg, etc.)

Q = quantidade (m², m, cm, kg, m³, etc.)

T = trabalho (homem-hora)

Os índices de mão-de-obra foram obtidos através do quadro disponibilizado pela SBD (Sistemática Badra de Dados & Assoc. – anexo F) e índices do SINAPI e ORSE.

Depois de calculado individualmente a quantidade de trabalho em homem-hora de cada item da EAP, os itens e os valores de trabalho foram lançados no *Microsoft Project* para, assim, iniciar as alocações de recursos nas atividades a fim de que a duração total do empreendimento fosse de 360 dias.

Assim que definido o cronograma dentro do prazo estipulado e com todos os recursos alocados, dentro do *MS Project* foi definida a *linha de base* ou *baseline*, que outrora

foi utilizada como referência de andamento para o empreendimento.

Com a alocação de recursos, define-se a distribuição de trabalho (homem-hora) pelo empreendimento. Para a distribuição de trabalho utilizou-se como base a distribuição normal ou *curva de Gauss* (anexo E). A experiência mostra que o desenvolvimento de serviços de um certo nível de complexidade envolvendo pessoas não se dá de forma linear, mas sim de acordo com a *curva de Gauss*, aumentando progressivamente até alcançar seu pico de trabalho em cerca de 50% ou 60% da duração do empreendimento (SEBRAE-MA, 199-, p.59). O desenvolvimento acumulado de trabalho dessas atividades deve formar uma curva no formato de S. Visto isso, a planejadora só se deu por satisfeita quando a *curva S* de trabalho planejado teve sua projeção aproximada com a *curva de Gauss*.

Depois de definida a distribuição de trabalho, no *MS Project* foram extraídas as quantidades de trabalho semanais planejadas numa escala semanal da obra para cada atividade. Com esses valores, criou-se um modelo automatizado de planilha no *Microsoft Excel* (anexo C), onde cada item de trabalho possuía uma coluna de trabalho “previsto” e uma de trabalho “realizado”.

Na horizontal superior da planilha apresenta-se as 52 semanas nomeadas de acordo com a data do sábado referente a semana e, na vertical os itens da EAP são apresentados. Também na vertical, ao lado da coluna dos itens descritos, tem-se uma coluna chamada “HH” com o trabalho em homem-hora referente a cada item. Lembrando que, o trabalho de um item é a soma do trabalho de seus subitens. Ao lado de “HH”, uma coluna chamada “% física” demonstra o peso em percentagem de cada item e subitem em relação ao trabalho total da obra (soma de trabalho de todos os itens). Na coluna de “trabalho previsto”, simbolizado pela letra “P”, é lançado o trabalho em percentagem acumulada do item referente a semana da coluna.

O produto da percentagem acumulada do “trabalho previsto” (linha “P”) semanal pelo peso do item (coluna “% física”) resulta na percentagem que o cumprimento desse subitem representa no avanço total da obra e, é identificado semanalmente nos itens das linhas verdes. A somatória de todas essas percentagens dos itens das linhas verdes é computada na linha azul “P” (trabalho previsto total) na parte superior da planilha, representando o avanço total previsto da obra na semana indicada.

Com esses valores de avanço previsto acumulado, foi produzido a “curva S” (anexo A) de avanço físico previsto num gráfico com eixo das coordenadas de trabalho (homem-hora) e eixo das abscissas de tempo (semanas).

c) Controle da obra

Para o controle do andamento físico da obra são utilizadas duas ferramentas fundamentais: o *MS Project* e a *curva S* de trabalho. O acompanhamento das atividades da obra é diário pelo período da manhã, com constante contato com todos os funcionários do empreendimento, facilitando, assim, o trabalho de identificação de possíveis problemas de produção. A análise dos dados presentes neste trabalho foi feita no mês de maio de 2018.

Para o controle, é feito semanalmente, o levantamento de quantitativos físicos em campo. Todas as segundas-feiras pela manhã computa-se os quantitativos executados até o fim de expediente do sábado anterior. Normalmente, é produzido, com auxílio de um *smartphone* ou *tablet*, um croqui de todo o quantitativo realizado na semana. Posteriormente, através do auxílio de *softwares* como *Sketch Up* e *AutoCAD* são levantados os quantitativos exatos do que foi realizado na semana.

Tendo os quantitativos realizados da semana em mãos e o escopo de quantidade total de cada item, encontra-se a percentagem semanal realizada da atividade, como no exemplo do quadro 6.

Quadro 6 - Quantitativos gerais concluídos

QUANTITATIVOS GERAIS CONCLUÍDO ATÉ: 19-05-18 (escopo)							
Serviços	Escopo	unid	Realizado Acumulado na Semana anterior	Realizado na Semana	% quantitativo concluído	Realizado até a data: 19/05/18	Saldo
Assentamento de tubo de concreto DIÂM. 0,60M	80,00	m	72,00		90,00%	72,00	8,00
Assentamento de meio-fio	776,30	m	585,70		75,45%	585,70	190,60
Execução de sarjeta e sarjetão	473,48	m	124,15		26,22%	124,15	349,33
Concretagem da calçada	2.219,77	m ²	731,11		32,94%	731,11	1.488,66
Assentamento de bloquete e pisograma	2.252,66	m ²	1.199,45		53,25%	1.199,45	1.053,21
Cultivo de grama	1.180,54	m ²	1.147,36		97,19%	1.147,36	33,18
Montagem de formas da superestrutura	4.420,48	m ²	2.025,65	403,59	54,95%	2.429,24	1.991,25
Armação de superestrutura	31.382,66	kg	9.411,09	2736,29	38,71%	12.147,37	19.235,29
Concretagem de supraestrutura	371,87	m ³	152,40	28,34	48,60%	180,74	191,13

Fonte: Autora (2018)

Com as percentagens acumuladas de cada item produzido na semana, lança-se o

mesmo na EAP da planilha automatizada no *Microsoft Excel* na linha de trabalho realizado (linha “R”). Lançando todas as percentagens realizadas na semana, através da planilha, obtém-se o valor total em percentagem de andamento físico semanal da obra, com a seguinte fórmula:

$$\text{Andamento físico (\%)} = \sum(\% \text{ concluída da atividade} \times \text{peso da atividade})$$

Com estes valores, foi elaborado o gráfico da *curva S realizada* até o dia 12/05/2018 que, sobreposta com a *curva S prevista*, mostra se o desempenho da obra está ou não como o planejado.

Assim, no *MS Project*, depois de atualizar o projeto para a semana em questão, através do quadro de “controle”, lança-se a “data de início real” de cada atividade e a percentagem de quantitativo concluído na coluna “% de trabalho concluído”. O *MS Project* calcula, assim, a percentagem de avanço físico geral da obra, além de dar uma previsão de término real da obra, que pode ser comparado com a *linha de base*.

Para análise dos desvios, foi feito um comparativo dos desvios (Previsto x Real) mensais da *curva S* com o desvio da mão-de-obra., ambos em homem-hora. Com este comparativo pôde-se verificar se o atraso físico da obra estava relacionado apenas ao déficit de recursos ou se havia outros fatores impactando as atividades. Assim, se:

Desvio da mão-de-obra > desvio de avanço físico → o mês foi **produtivo**;

Desvio da mão-de-obra < desvio de avanço físico → o mês teve **baixa produtividade**.

Porém, ressalta-se que o controle era feito semanalmente, registrando os quantitativos realizados de segunda-feira à sábado de cada semana. Logo, os dados, quando analisados mensalmente, podem sofrer uma variação em dias, diminuindo, assim, a precisão da pesquisa.

Além dos dados extraídos da *curva S*, utiliza-se o método EVM (*Earned Value Method*), proposto por Moura e Formoso (2009, p.61), para comparar o progresso físico esperado com o realizado. Para tal a seguinte fórmula é utilizada:

$$DP = \frac{(\text{Prazo Real} - \text{Prazo Previsto})}{\text{Prazo Previsto}} \times 100$$

Sendo:

DP = desvio de prazo

Prazo Real = obtido pelo cálculo de duração no *MS Project*

Prazo Previsto = duração planejada

Com este desvio de prazo calculado, pôde-se, então, fazer um confronto do valor encontrado com o desvio de avanço físico e, assim, concluir se o empreendimento está numa posição vantajosa ou não. Para tanto, foram levantadas as possíveis causas dos desvios de produção do empreendimento.

4. ESTUDO DE CASO: CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

O prédio do curso de Engenharia da Computação iniciou sua construção no dia 19 de outubro de 2017 no Campus Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão, que se situa na Avenida Lourenço Vieira da Silva, no bairro do São Cristóvão em São Luís.

O projeto de construção do prédio totaliza uma área construída de 2.062,04 m².

4.1 Atividades realizadas

No dia 29 de setembro de 2017, foi realizado uma visita técnica no terreno a ser construído o prédio. A figura 13 retrata o terreno natural no local que seria dado início a construção do prédio.

Figura 13 - Terreno natural



Fonte: Autora (2018)

No dia 23/10/2017, os serviços de limpeza do terreno, movimento de terra e terraplenagem foram iniciados no empreendimento, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Terraplenagem



Fonte: Autora (2018)

Em paralelo com as atividades de terraplenagem, deu-se início as atividades de urbanização no dia 16/11/2017, cerca de 4 meses antes do planejado. Tais atividades incluíam a pavimentação em peças pré-moldadas de concreto e calçada (figura 16).

Figura 15 - Produção de bloquetes



Fonte: Autora (2018)

Foi decidido, então, que a produção do piso intertravado e do pisograma (figura 15) do estacionamento seriam feitos no local da obra.

Figura 16 - Urbanização



Fonte: Autora (2018)

Também em paralelo com as atividades de terraplenagem e urbanização, no dia 17/11/2017, foram iniciados os serviços de drenagem com escavação de valas e assentamento de tubulação (figura 17), quando, na verdade, tais atividades estavam previstas com início em julho/2018.

Figura 17 - Assentamento de tubos de drenagem



Fonte: Autora (2018)

No dia 08/12/2017 iniciou-se os serviços da infraestrutura com a cravação de estacas (figura 18), que se prolongou até o dia 02/03/2018, quando estava prevista para acabar

no dia 13/12/2017 (segue relatório de estacas em anexo B). A montagem de fôrma, armação e concretagem de blocos e vigas baldrame iniciou no dia 10/01/2017 com 3 semanas de atraso do planejado.

Figura 18 - Serviço de cravação de estaca



Fonte: Autora (2018)

Parte dos serviços de instalações sanitárias (execução de sumidouros, tanque séptico e filtro) foi iniciada em 12/12/2017 (figura 19), 6 meses antes do planejado.

Figura 19 - Construção de sumidouro



Fonte: Autora (2018)

No dia 08/02/2018 foi iniciada as atividades de montagem de fôrma para superestrutura (figura 20), com 1 mês de atraso do planejado. Este trabalho está sendo escrito no mês de maio de 2018 e a superestrutura ainda não foi concluída, com previsão de finalização

no final do mês de junho deste mesmo ano. O andamento dela está baixo comparado ao planejado, como abordaremos mais à frente.

Figura 20 - Fôrmas e escoramento para vigas e lajes



Fonte: Autora (2018)

As atividades de levantamento de alvenaria e divisórias (figura 21) foram iniciadas no dia 06/02/2018, antes do planejado (20/03/2018). As atividades de chapisco foram iniciadas no dia 15/02/2018 e, de reboco no dia 18/04/2018, ambos antes do previsto.

Figura 21 - Levantamento de alvenaria de vedação



Fonte: Autora (2018)

4.2 Avanço físico do empreendimento

A *curva S* do empreendimento (anexo A), que pode ser vista em parte na figura 22, representa o avanço físico semanal da obra do prédio de engenharia da Computação.

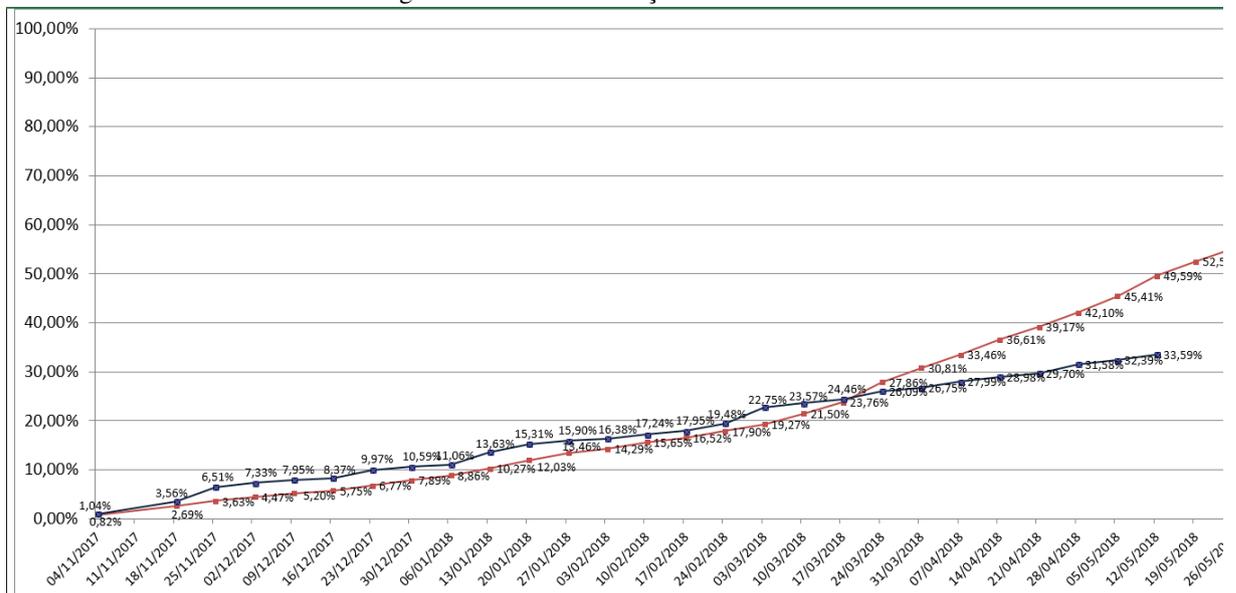
A linha vermelha representa o avanço físico previsto para a obra e a curva azul, o avanço físico real. Na semana que termina em 12/05/2018 observa-se um desvio de 16,00% do avanço físico previsto com o avanço físico real. A última semana do mês de abril tem um desvio de 10,52%. Assim, temos que só no mês de maio tivemos um desvio de:

$$16,00\% - 10,52\% = 5,48\%$$

Sendo a quantidade de trabalho (hora-homem) total do empreendimento 64.069,29hh, temos que o desvio do mês de maio até dia 12/05/2018 em homem-hora é de:

$$5,48\% \times 64.069,29 \text{ hh} = 3.510,99 \text{ hh}$$

Figura 22 - Zoom - Avanço Físico até 12/05/2018

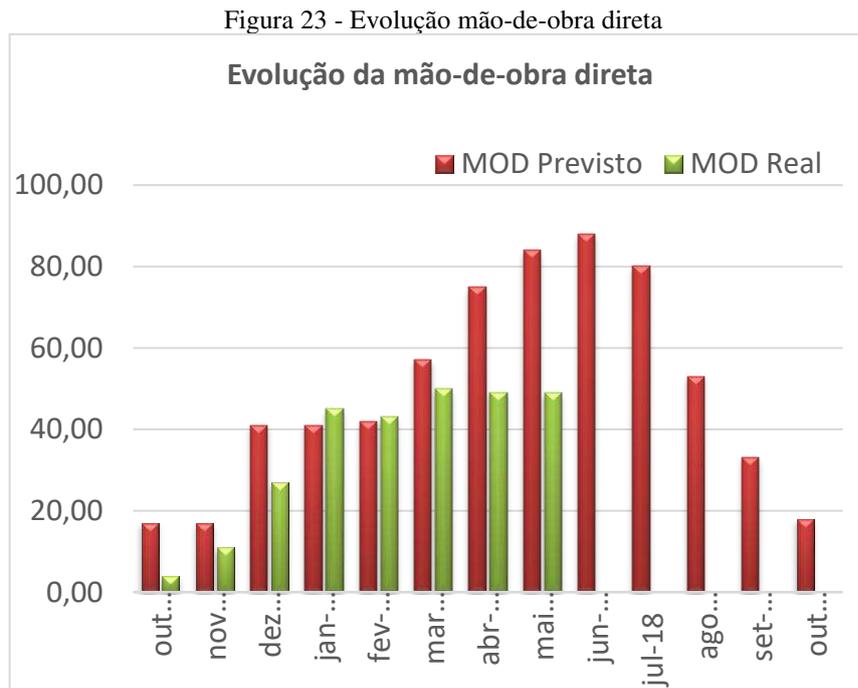


Fonte: Autora (2018)

Em outras palavras, se houver um desvio de mão-de-obra direta prevista para o empreendimento, tal desvio deverá representar cerca de 3.510,99 hh no empreendimento, caso represente menos, isto significará que a produtividade do empreendimento estará abaixo do

previsto. Lembrando que, a meta é que a produtividade seja maior ou igual ao previsto, ou seja, que se tenha recursos alocados numa quantidade igual ou inferior ao previsto com uma produção igual ou superior ao planejado.

Observemos, então, a figura 23 que mostra a evolução da mão-de-obra direta do empreendimento.



Fonte: Autora (2018)

Podemos observar na figura 23 que a mão de obra prevista para o empreendimento possui uma progressão e, em seguida, uma regressão planejada, com o pico no mês de junho. Apesar de que nos meses de janeiro e fevereiro, terem recursos alocados reais superiores ao previsto, a mão-de-obra real não acompanhou a progressão do gráfico, tendo até mesmo uma regressão no mês de abril. Sendo assim, há uma grande possibilidade de o desvio de produtividade ter acompanhado a progressão dos desvios.

Observemos ainda o quadro 7, que mostra com mais detalhes os desvios de alocação de recursos no empreendimento. No mês de maio, há um desvio de 35 operários entre o previsto e o real. Consideremos que os funcionários da empresa contratada trabalhem 8hs de segunda à sexta e 4hs no sábado e, que se tem uma perda de 1h de produção por dia (0,5h no começo e 0,5h no final do expediente). Contabilizando apenas até o dia 12/05/2018, o que totaliza 9 dias úteis e 2 sábados, temos que cada operário representa em trabalho no mês de maio:

$$\left(9 \text{ dias} \times 7 \frac{h}{\text{dia}}\right) + \left(2 \text{ dias} \times 3 \frac{h}{\text{dia}}\right) = 69 \text{ hh}$$

Dessa forma, temos que o desvio de 35 operários em trabalho representa no mês de maio (quadro 7), representa:

$$35 \text{ operários} \times 69 \frac{hh}{\text{operário}} = 2.415 \text{ hh}$$

Quadro 7 - Desvio de recursos

RECURSOS																										
	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL	PREV	REAL		
	out/17	out/17	nov/17	nov/17	dez/17	dez/17	jan/18	jan/18	fev/18	fev/18	mar/18	mar/18	abr/18	abr/18	mai/18	mai/18	jun/18	jun/18	jul/18	jul/18	ago/18	ago/18	set/18	set/18	out/18	out/18
MOD	17	4	17	11	41	27	41	45	42	43	57	50	75	49	84	49	88		80		53		33		18	
MOI	7	4	7	5	7	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8		8		8		8		8	
TOTAL	24	8	24	16	48	32	49	50	50	48	65	55	83	54	92	54	96	0	88	0	61	0	41	0	26	0
DESVIO MOD	-13		-6		-14		4		1		-7		-26		-35											
DESVIO MOI	-3		-2		-2		-3		-3		-3		-3		-3											

Fonte: Autora (2018)

Como $2.415 \text{ hh} < 3.510,99 \text{ hh}$, percebemos que o desvio de avanço físico da obra não está apenas relacionado com o desvio de mão-de-obra direta, pois, se assim fosse, não teríamos um desvio superior ao que se refere ao mesmo. Conclui-se, então, que há alguns déficits de produtividade neste mês comparado com o planejamento.

O quadro 8 demonstra o mesmo comparativo com os outros meses do empreendimento, considerando que cada operário trabalha cerca de 180h por mês, já considerando os desperdícios.

Analisando o quadro 8, temos que:

- O mês de **outubro de 2017** foi um mês produtivo, pois houve um avanço físico positivo enquanto a mão-de-obra estava abaixo do previsto. As

atividades realizadas neste mês foram: implantação de canteiro, execução de tapume e limpeza do terreno;

Quadro 8 - Análise comparativa de desvio de mão-de-obra

	DESVIO	DESVIO DE MÃO-DE-OBRA	DESVIO DE AVANÇO FÍSICO (%)	DESVIO DE AVANÇO FÍSICO (hh)
out/17	-13	-2340,00 hh	0,22%	143,77 hh
nov/17	-6	-1080,00 hh	2,66%	1704,49 hh
dez/17	-14	-2520,00 hh	-0,18%	-116,41 hh
jan/18	4	720,00 hh	-0,27%	-169,87 hh
fev/18	1	180,00 hh	-0,85%	-546,86 hh
mar/18	-7	-1260,00 hh	-5,64%	-3616,24 hh
abr/18	-26	-4680,00 hh	-6,46%	-4141,81 hh
mai/18 ¹	-35	-2415,00 hh	-5,48%	-3510,27 hh

Fonte: Autora (2018)

- **novembro de 2017** foi um mês produtivo, seguindo a mesma análise do mês de outubro. Porém, percebe-se que a produtividade diminuiu comparada com o mês anterior. As atividades realizadas foram: implantação do canteiro, terraplenagem, urbanização (fabricação e assentamento de bloquete e pisograma), escavação e assentamento de tubulação de drenagem;
- **dezembro de 2017**, apesar de ter tido um desvio de avanço físico negativo, foi o mês mais produtivo na análise, pois o desvio de avanço físico foi inferior ao desvio referente à mão-de-obra, com uma diferença de trabalho de 2.403,59 hh. As atividades realizadas foram: cravação de estacas, fabricação de tanque séptico, filtro e sumidouro, continuação das atividades de urbanização, assentamento de meio-fio e serviços de drenagem;
- **janeiro 2018** teve a mão-de-obra alocada acima do previsto, porém, foi um mês improdutivo, porque seu avanço físico foi negativo enquanto o desvio referente a mão-de-obra foi positivo. As atividades realizadas foram: locação convencional da obra, aterro interno da edificação, cravação

¹ mai/18* - atualizado só até o dia 12/05/2018

de estacas, início de execução de blocos e vigas baldrames (escavação, montagem de fôrma, armação e concretagem), finalização dos sumidouros, tanque séptico e filtro, continuação de serviços de drenagem;

- **fevereiro de 2018** também foi improdutivo, seguindo o mesmo raciocínio do mês de janeiro. As atividades realizadas foram: continuação da cravação de estacas e locação do prédio, continuação da execução de blocos e vigas baldrames, início da montagem de fôrma, armação e concretagem da superestrutura, início do levantamento de alvenaria e chapisco de paredes, execução de contrapiso;
- em **março de 2018**, foi o mês menos produtivo da análise. Percebemos uma produtividade bem abaixo do previsto, pois o desvio da mão de obra foi negativo e inferior ao desvio de avanço físico (1260 hh < 3616,24 hh). As atividades realizadas foram: continuação da locação convencional do prédio, finalização da cravação de estacas, continuação da execução de blocos e vigas baldrames, continuação das atividades da superestrutura, levantamento de alvenaria e chapisco, instalações de SPDA e tubulações de esgoto;
- já o mês de **abril de 2018**, apesar de ter o maior desvio de avanço físico negativo, foi um mês produtivo, pois este desvio foi inferior ao desvio referente à mão-de-obra do empreendimento (4680 hh > 4141,81 hh). As atividades realizadas foram: continuação das atividades da superestrutura, levantamento de alvenaria, chapisco e reboco de paredes, execução de contrapiso, instalação de eletrodutos, instalação de tubulação de esgoto;
- finalmente, o mês de **maio de 2018**, que foi analisado até o dia 12/05/2018, mostrou-se, até a data de análise, um mês com produtividade abaixo do planejado, pois seu desvio de mão-de-obra não representou toda a perda de trabalho que efetivamente ocorreu. As atividades realizadas foram: execução de superestrutura, levantamento de alvenaria, chapisco e reboco de paredes, chapisco e reboco de teto, assentamento de batentes de porta, aplicação de selador, massa e lixamento de paredes, serviços de instalação elétrica e combate a incêndio, assentamento de tubulações de esgoto.

4.3 Análise do caminho crítico e andamento físico das atividades

Lembrando que Marega e Antônio (2017, p.17) assumem que a construção civil possui um alto grau de peculiaridade (nomadismo) e, que é muito difícil que uma atividade tenha a mesma produtividade em mais de um local. Ainda assim é necessário um estudo mais a fundo dos fatores que estão ocasionando essa diminuição de produtividade para que possam ser tomadas as devidas providências quando aplicáveis.

O quadro 9 mostra o andamento das atividades do empreendimento até o dia 12/05/2018 e o desvio delas em porcentagem.

Quadro 9 - Desvio das principais atividades até 12/05

ITEM	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	% Avan.(Plan)	% Avan(Real).	DESVIO
0	CONSTRUÇÃO DE PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO NO CAMPUS PAULO VI UEMA	49,59%	33,59%	-16,00%
2	MOVIMENTO DE TERRA	1,23%	1,17%	-0,06%
3	INFRAESTRUTURA	5,48%	5,48%	0,00%
4	SUPRAESTRUTURA	13,61%	5,34%	-8,27%
5	PAREDES E PAINÉIS	8,59%	4,63%	-3,96%
7	COBERTURA	3,92%	0,00%	-3,92%
8	PISO	2,13%	0,83%	-1,30%
11	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	3,30%	0,20%	-3,10%
13	INSTALAÇÕES DE SPDA	1,19%	0,53%	-0,66%
15	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	0,40%	0,02%	-0,38%
16	INSTALAÇÕES COMBATE A INCÊNDIO	0,39%	0,00%	-0,39%
17	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	0,42%	3,47%	3,05%
19	URBANIZAÇÃO	2,44%	3,24%	0,80%
20	DRENAGEM	0,00%	2,82%	2,82%
21	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0,00%	0,73%	0,73%

Fonte: Autora (2018)

Observando o quadro 9, temos que o desvio total da obra analisado pela *curva S* é de 16,00%. Veremos agora o desvio pelo método EVM, dada a fórmula:

$$DP = \frac{(\text{Prazo Real} - \text{Prazo Previsto})}{\text{Prazo Previsto}} \times 100$$

Sendo:

DP = desvio de prazo

Prazo Real = obtido pelo cálculo de duração no *MS Project*

Prazo Previsto = duração planejada

Temos,

$$DP = \frac{(290,97 - 274,21)}{274,21} \times 100$$

$$\rightarrow \mathbf{DP = 6,11\%}$$

Observa-se que as atividades com maiores desvios são:

- 1- Superestrutura
- 2- Levantamento de paredes e painéis
- 3- Cobertura

Antes de analisar suas possíveis causas, consequências e soluções, faremos uma análise do caminho crítico da obra, para direcionar as atenções às atividades com menores “folgas” de execução.

Através do *MS Project*, obtemos o caminho crítico do dia 12/05/2018, que pode ser visualizado no anexo D.

O caminho crítico da obra no mês de maio está iniciando na montagem de fôrma da superestrutura, passando pela armação e concretagem da superestrutura, que leva ao levantamento de alvenaria de vedação, seguido pelo revestimento de tetos, execução da cobertura para depois chegar em outros serviços como pintura do teto, instalações sanitárias, louças e acessórios.

Tendo isto em vista, podemos concluir que as atividades do mês de maio que devem ser focadas são as da superestrutura, paredes e cobertura. Iremos focar este estudo nos desvios da superestrutura e levantamento de alvenaria, pois são as duas atividades que já foram iniciadas no empreendimento. Desta forma, faremos uma análise do que poderá estar ocasionando a baixa produtividade das mesmas.

4.4 Desvios de produtividade das atividades

a) Urbanização:

A execução da urbanização foi realizada fora da ordem do planejamento: enquanto no cronograma estava previsto o início das atividades de urbanização apenas após a conclusão da superestrutura (em paralelo com o levantamento de alvenaria), a ordem que se deu foi a seguinte: implantação do canteiro → movimento de terra → urbanização → infraestrutura.

Figura 24 - Recalque no solo



Fonte: Autora (2018)

Os itens de urbanização e infraestrutura foram executados em paralelo (iniciados em outubro), com a maioria dos recursos alocados na urbanização. Isto provocou um aparente avanço positivo na obra, se visto pela *curva S* (anexo A), porém, a baixa produtividade nos itens do caminho crítico, provocou um atraso de produção que pode ser visto apenas através do cronograma Gantt-PERT/CPM (anexo D).

A empresa provavelmente tomou tal decisão devido ao interesse em ter medições altas no início da obra, pois o item de urbanização foi orçado em valor correspondente a mais que o dobro do valor da infraestrutura completa.

A urbanização antecipada, além de impactar as atividades que não tem *folga*, podendo, assim, causar um atraso no empreendimento, também atrapalhou a logística do canteiro, dificultando o acesso de caminhões com bomba-lança e betoneira para posteriores concretagens da superestrutura. O acesso de caminhões na parte urbanizada também gerou

prejuízos para a empresa, causando danos físicos como recalque do solo e desprendimento de bloquetes e pisogramas (figuras 24 e 25).

Figura 25 - Desprendimento de pisograma



Fonte: Autora (2018)

b) Cravação de estacas:

Enquanto no planejamento estava previsto dois bate-estacas para a cravação das estacas pré-moldadas de concreto, apenas um foi alocado pela contratada. Com isto, além de a produção ter sido reduzida, a atividade foi impactada pelas intempéries, já que no cronograma previa-se a finalização antes do período de chuva e a empresa não conseguiu cumprir o prazo de execução.

Com o início do período chuvoso, adicionado ao solo siltoso local, o bate-estaca por vezes demorava 1 ou 2 dias para locomoção de um ponto de locação de estaca a outro. Além disso, a atividade de urbanização em paralelo, por muitas vezes atrapalhou a logística, fazendo com o que bate-estaca tivesse que desviar dos serviços executados.

c) Vigas baldrames:

Previra-se a alocação de 9 operários para montagem de formas e 10 na armação das vigas baldrames, enquanto foram alocados apenas 5 em cada atividade. Além disso, o encarregado geral levantou o ponto de que 3 dos carpinteiros tinham baixa qualificação.

O painel madeirite utilizado para a montagem de fôrmas de blocos e vigas baldrames eram de baixa qualidade, fazendo com que a mesma fosse reutilizada no máximo 2

vezes, quando na planilha orçamentária estava previsto 4 utilizações. Este fator, não só ocasionou a perda de produtividade, como também o aumento do custo.

d) Montagem de fôrmas para superestrutura

O primeiro ponto a ser destacado é que a montagem de fôrma da superestrutura foi impactada pelo atraso da execução da infraestrutura, já que ambas as atividades estavam no *caminho crítico* da obra e, por não ter *folgas*, o atraso de uma levou ao atraso da outra.

Para solucionar tal problemática, foi sugerido à empresa que fosse substituída a utilização de fôrmas de madeirite por fôrmas metálicas para a execução da superestrutura pelas seguintes razões:

- A experiência anterior de baixa produtividade nas fôrmas da infraestrutura, já explanado anteriormente;
- A importância de um bom andamento da atividade de superestrutura, para que a mesma possa superar o atraso inicial;
- As fôrmas metálicas possuem um coeficiente de produtividade mais alto. Enquanto as fôrmas de madeirite possuem um índice de mão-de-obra de 2,22hh/m² (anexo F), as fôrmas metálicas possuem índice médio de 0,5hh/m² (anexo G) e até 0,3hh/m² para o modelo de laje TOPEC² (anexo H).

Quadro 10 - Comparativo de trabalho entre fôrmas metálicas e de madeirite

	ÁREA	FÔRMA MADEIRIT	FÔRMA METÁLICA
FÔRMA PARA LAJES	1517,70 m ²	3369,29 HH	455,31 HH
FÔRMA PARA VIGAS	2087,82 m ²	4634,96 HH	626,35 HH
FÔRMA PARA PILARES	717,04 m ²	1591,83 HH	215,11 HH

Fonte: Autora (2018)

Foi feito, então, um estudo comparativo de trabalho necessário para produção de fôrma para o empreendimento nos diferentes materiais (quadro 10).

² Fôrma para execução de lajes em concreto armado, composta por painéis de alumínio forrados com compensado plastificado.

Porém, a empresa não se sentiu segura em adotar as fôrmas metálicas pela não-familiarização com as técnicas. Dessa forma, foi adotada a utilização de fôrmas de madeirite e, novamente, o andamento semanal da atividade não acompanhou o planejado. O quadro 11 mostra o andamento previsto e o realizado semanal da montagem de fôrma para superestrutura.

Quadro 11 – Avanço físico de montagem de fôrmas para superestrutura

MONTAGEM DE FÔRMA SUPERESTRUTURA		
	PREVISTO	REALIZADO
SEMANA 1	414,39 m ²	29,13 m ²
SEMANA 2	424,03 m ²	27,27 m ²
SEMANA 3	424,03 m ²	22,00 m ²
SEMANA 4	424,03 m ²	117,92 m ²
SEMANA 5	424,03 m ²	68,27 m ²
SEMANA 6	269,84 m ²	107,27 m ²
SEMANA 7	424,03 m ²	254,88 m ²
SEMANA 8	424,03 m ²	174,39 m ²
SEMANA 9	424,03 m ²	227,39 m ²
SEMANA 10	373,92 m ²	131,86 m ²
SEMANA 11	254,42 m ²	185,64 m ²
SEMANA 12	139,72 m ²	469,03 m ²
SEMANA 13		142,63 m ²

Fonte: Autora (2018)

Percebe-se que dentre as previsões semanais, apenas na semana 12 a atividade conseguiu superar o previsto. A atividade de montagem de fôrma para superestrutura previa 6 carpinteiros e 4 serventes, quando na realidade na obra foram alocados apenas 8 operários no total. Conversando com o encarregado de fôrma, coletamos as seguintes informações:

- A qualidade da madeirite é baixa, logo, o reaproveitamento das fôrmas também é baixo (máxima de dois aproveitamentos), aumentando a mão-de-obra dos carpinteiros, que têm que refazer as formas mais vezes que o previsto;
- Os carpinteiros, no momento da entrevista, estavam trabalhando numa zona de um grau de dificuldade superior (vigas com inclinação);
- Três dos carpinteiros de sua equipe possuíam baixa qualificação. Em suas palavras “3 deles valem por 1”.

Figura 26 - Falhas de acabamento no teto



Fonte: Autora (2018)

Para reparar a falha de execução, a empresa substituiu o reboco de teto com argamassa por aplicação de gesso (figura 27), pois o gesso permitia um manuseio melhor para o acabamento. Porém, o processo adquiriu um custo mais elevado pois houve a necessidade de uma maior mão-de-obra para alcançar o acabamento esperado.

Figura 27 - Aplicação de gesso no teto

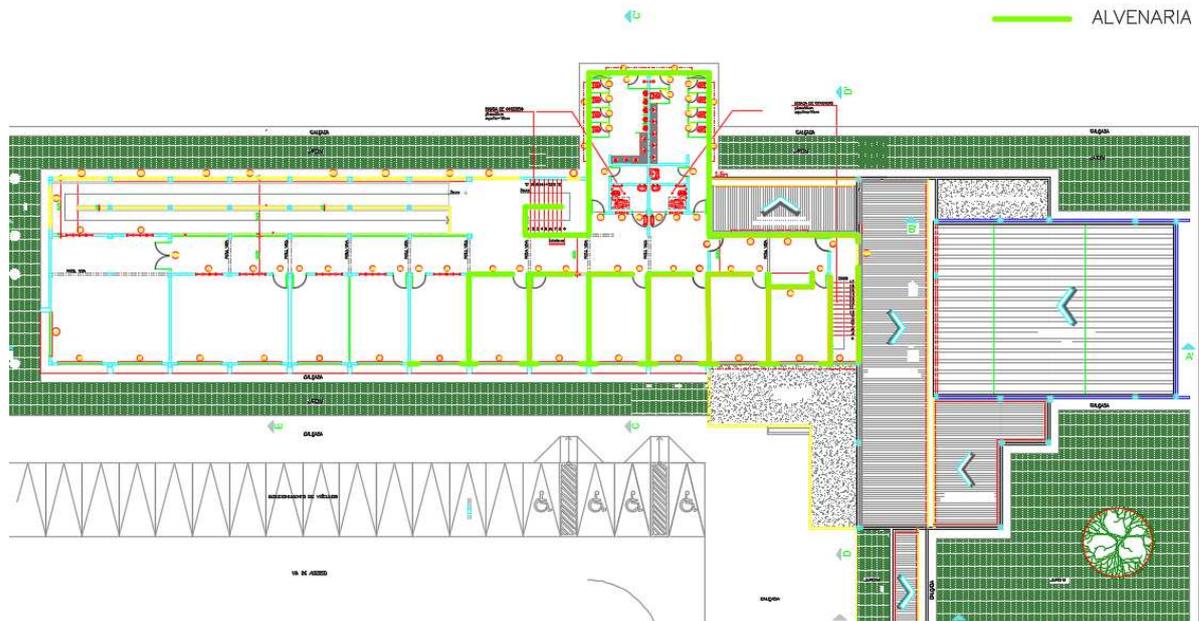


Fonte: Autora (2018)

e) Levantamento de alvenaria de vedação

Analisando a obra, podemos verificar que a produção da atividade de levantamento de alvenaria, na verdade, está sendo impactada pelo avanço lento da superestrutura.

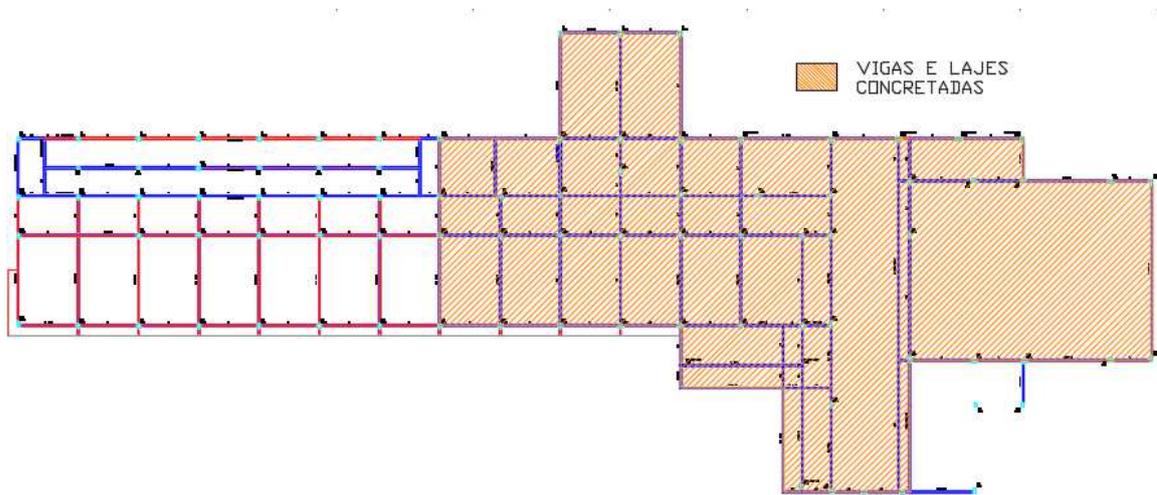
Figura 28 - Planta iluminada de alvenaria até 12/05/2018



Fonte: Autora (2018)

A figura 28 é a planta iluminada de levantamento de alvenaria no pavimento superior do prédio, atualizado até 12/05/2018. As linhas azuis claras representam a alvenaria ainda não levantada e as linhas verdes representam a alvenaria já levantada.

Figura 29 - Planta iluminada de vigas e lajes concretadas no pavimento superior até 12/05/2018



Fonte: Autora (2018)

A figura 29 é a planta de vigas e lajes superiores e, a parte hachurada de laranja representa a parte da superestrutura que já foi concretada estando, assim, pronta para o levantamento de alvenaria na parte superior da mesma.

Se compararmos a planta iluminada de concretagem de superestrutura (figura 29) com a planta iluminada de alvenaria (figura 28) vemos que a alvenaria está praticamente completa na parte da superestrutura concretada. O que nos faz concluir que a produtividade da alvenaria está sendo impactada pelo seu precedente (superestrutura), pois o baixo andamento físico da mesma impede o levantamento de mais frentes de serviço para a alvenaria.

f) Outros fatores que causaram desvios de produtividade

Há outros fatores que foram observados na execução do empreendimento que fizeram com que a empresa perdesse parte de sua produtividade. Conversando com um dos engenheiros responsáveis pela obra e o encarregado geral, percebemos que a falta de comunicação e organização da diretoria da empresa impactava bastante a produtividade. Na entrevista com o engenheiro e encarregado foi levantado que, por diversas vezes, o encarregado geral e o engenheiro delegaram atividades aos operários e, a diretoria, sem comunicar ninguém, mudou as ordens, desrespeitando a ordem já dada.

A empresa também não tinha experiência em trabalhar com planejamento e não tinha nenhuma certificação na área, o que gerava sempre um conflito, pois a mesma não se preocupava em seguir o cronograma. Além disso, muitos dos empreiteiros e operários tinham relação parentesca com a diretoria, o que não proporciona um estreitamento profissional, porém algo “familiar”. Devido a esse fator, nunca foi dada suficiente importância às constantes reclamações de baixa produtividade, falta de qualificação dos operários e falta de profissionalismo nos serviços.

Por outro lado, o contratante apresentou vários projetos incompatíveis e com erros, além disso o escopo do projeto foi alterado, o que também gerou transtornos e atrasos na execução, pois estes precisavam de aprovação de alterações com a fiscalização da obra. Destacamos:

- Quantidades de árvores a serem desmatadas excedidas do projeto;
- Erro no projeto de locação do prédio;
- Alteração do projeto de pavimentação da entrada do prédio;
- Incompatibilidade de projeto elétrico com arquitetônico;
- Incompatibilidade de projeto estrutural com arquitetônico;
- Incompatibilidade de projeto hidráulico com arquitetônico.

4.5 Resultados e discussões

De acordo com a *curva S* do empreendimento (anexo A), notou-se que no mês de março a curva de **avanço físico realizado** interceptou a **prevista**, o que demarcou o atraso físico na obra. Porém, há de se observar que a *curva S* não deve ser analisada isolada do caminho crítico do empreendimento e, que o mês de março não foi o primeiro a ter baixa produtividade na obra. Ressalta-se que um mês com alto **avanço físico** pode não ser tão vantajoso para o empreendimento, caso esse avanço não esteja dentro do caminho crítico da obra. Também, um atraso no avanço físico não significa, necessariamente, um atraso no prazo final. No dia 12/05/2018, o progresso físico da obra estava com um desvio de 16,00%, porém o desvio de prazo (calculado em dias com dados retirados do *MS Project*) era de 6,11%. Isto mostra que apesar de se ter um considerável atraso em progresso físico, o atraso em tempo (dias) apresentou-se inferior ao mesmo.

Para reduzir custos em um empreendimento, há de se buscar sempre uma maior produtividade dos recursos. Para isto, busca-se diminuir a quantidade dos recursos e aumentar a produção individual de cada um com qualificação ou métodos de execução de atividades mais eficazes. Analisando a quantidade de recursos e a produção de cada mês, tem-se que os meses de outubro, novembro e dezembro de 2017 e o mês de abril de 2018 foram meses produtivos para o empreendimento. Porém, os meses de janeiro, fevereiro, março e maio de 2018 foram meses com a produtividade abaixo do previsto. Ressalta-se, porém, que desde o mês de dezembro, todos os meses, exceto o mês de abril, tiveram uma produção abaixo do previsto.

O primeiro mês improdutivo foi o mês de janeiro, quando iniciaram as atividades de montagem de fôrma na obra. Coincidiu também com o início do período de chuva no local. Desde então, os meses foram improdutivos, com exceção do mês de abril. As maiores queixas sobre a produção das fôrmas foram sobre a compra de madeirites de baixa qualidade que permitiam um baixo reaproveitamento, dobrando o trabalho dos operários, além da baixa qualificação da mão-de-obra contratada. Para tanto, foi sugerida a utilização de fôrmas metálicas para as atividades de superestrutura, pois a sua produtividade chegava a ser sete vezes maior que a das madeirites e, tanto a infraestrutura quanto a superestrutura estavam no caminho crítico da obra, portanto, por não terem *folgas*, não poderiam atrasar. A empresa não acatou a ideia pela insegurança em utilizar um método nunca utilizado pela mesma.

Ressalta-se, porém, que a produção de fôrmas da infraestrutura iniciou com 3 semanas de atraso, devido à demora na cravação de estacas. A produção abaixo do previsto na cravação de estacas se resume em três pontos:

- Alocação de apenas um bate-estaca quando estava previsto dois;
- Devido a maior demora na execução, iniciou-se o período de chuvas e, em conjunto com o solo siltoso do local, o bate-estaca encontrava dificuldade em locomover no campo;
- A urbanização ter sido feita no início da obra (fora do cronograma) bloqueou passagens do bate-estaca, dificultando também a sua locomoção.

Observa-se que na construção do prédio, houve uma fuga das atividades do cronograma desde o início do empreendimento, o que pode levar a uma falsa análise de que o empreendimento iniciou bem. Nos primeiros meses, observa-se que a *curva S* se ressaltou com **avanços físicos semanais** acima do previsto (anexo A). Porém, se formos observar as atividades que estavam sendo desenvolvidas, vemos que eram atividades que possuíam *folgas* (não estavam no caminho crítico) e, além do mais, não estavam previstas para serem desenvolvidas no início do empreendimento (anexo D). A urbanização foi uma dessas atividades que, por ter um **avanço físico previsto** consideravelmente grande, resultou em uma falsa ideia de que o empreendimento estava avançado, enquanto, na verdade, as atividades do caminho crítico da obra não estavam em foco.

A baixa produtividade da produção de fôrmas para infraestrutura, gerou um atraso no início da produção de fôrmas para superestrutura e, esta, também com baixa produtividade, impactou o andamento da alvenaria do prédio. Observa-se também que desde a interseção das curvas de **previsto** e **realizado** (anexo A), não houve mais recuperação da *curva S* do empreendimento, apresentando um desvio crescente. Isto se deu porque a curva de Gauss prevê um andamento progressivo com pico em cerca de 50% do prazo do empreendimento e, depois, um andamento regressivo. A obra no mês de maio está próxima ao pico (em junho), porém, a quantidade de recursos não progrediu como o trabalho do empreendimento requeria.

5. CONCLUSÃO

Entre as principais causas dos desvios de produtividade da construção do prédio em estudo, destacam-se a falta de mão-de-obra qualificada, a alteração do escopo do projeto (compra de materiais com baixa qualidade, permitindo menos aproveitamento que o previsto no escopo) e a ausência de cumprimento do cronograma, o que, além de ter prejudicado as atividades sucessoras, fez com que algumas atividades se prolongassem, sendo assim, impactadas por intempéries.

Como consequência dos desvios das atividades e mudança de escopo, temos:

- As frentes de serviço foram prejudicadas e, o prazo de entrega da obra, se não tomadas as devidas providências, terá que ser estendido;
- Equipes de trabalho se estenderam por tempos maiores nas atividades, gerando um custo maior de insumos, como no caso da carpintaria, pelo baixo reaproveitamento das fôrmas;
- Falhas nos produtos finais, dificultando o acabamento, requerendo, assim, um gasto maior com mão-de-obra para alcançar um melhor acabamento;
- Falta de logística no canteiro de obras pelo adiantamento da urbanização e prejuízos gerados na mesma pela constante circulação de caminhões na área;
- A reputação da empresa pode ser denegrida.

Como plano mitigatório, a empresa deverá focar no caminho crítico, para reparar o atraso já presente no empreendimento. Para isto, deve-se investir em materiais de qualidade superior para produção de fôrma e alocação de mais recursos na superestrutura. A contratada terá que encontrar a quantidade de operários necessária para recuperar esse atraso sem ter maiores prejuízos.

Nota-se que, em geral, grande parte das empresas de construção subestimam o uso de ferramentas de planejamento. Portanto, se a contratada tivesse seguido o caminhamento das atividades planejadas, certamente estava em melhor posição em seu cronograma físico-financeiro. Por outro lado, a contratante apresentou diversas falhas e incompatibilidades em

seus projetos. Essas falhas, poderiam ser identificadas previamente se a contratada tivesse um gestor de projetos presente no empreendimento.

Considerando a crescente piora no quadro de execução por tempo de obra, constata-se a importância de que a empresa se volte para o planejamento da obra, deixando de executar tarefas fora do caminhamento indicado.

Fica proposto como sugestão para trabalhos futuros a criação de um método e um *software* que permita uma análise conjunta da *curva S de avanço físico-financeiro* com a *linha de base* do empreendimento, para que o *avanço físico* constado na *curva S* do empreendimento não crie falsas impressões de progresso.

Por fim, conclui-se que o trabalho apresentado foi realizado a partir da literatura disponível para o estudo dos métodos de planejamento utilizados, sendo de grande importância a compreensão dos métodos, mesmo que com o auxílio de *softwares* para cálculo, pois esta demonstra um conhecimento mais abrangente, capaz de fazer análises comparativas entre os métodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREND, Luiz Alberto. **Sistema de planejamento operacional global das operações de construção**. Rio de Janeiro, mar. 1989.
- CARVALHO, Marly Monteiro de. **Fundamentos em gestão de projetos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- CODAS, Manuel M. Benitez. Gerência de projetos - uma reflexão histórica. **Revista de Administração de empresas**, Rio de Janeiro, v.27(1), p.33-37, jan./mar. 2018.
- COUTINHO, Ítalo de Azeredo; CUNHA, Carlos Henrique. **Curva S para Planejamento e Controle**. 1. ed. Belo Horizonte: [s.n], 2016.
- CRANDALL, Keith C. Project planning with precedence lead/lag factors. **Project Management Quartely**, [S.l.], v. 6(3), p.18-27, set. 1973.
- DINIZ, Rubens. **Aplicação da Curva “S” na gestão de projetos de engenharia**. Disponível em: <<https://gestaodedocumentos.net/aplicacao-curva-s-gestao-de-projetos-de-engenharia/>>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- FILHO, Nelson Casarotto; FÁVERO, José Severino; CASTRO, João Ernesto Escosteguy. **Gerência de projetos/Engenharia simultânea**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- FLEMING, Q. W.; Koppelman, J. M. (1996). The earned value body of knowledge. **PM Network**, Filadélfia, v. 10(5), p.11–15, mai. 1999.
- KERN, Andrea Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. 234f. Artigo Técnico (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- KERZNER, Harold. **Project Management - a systems approach to planning, scheduling and controlling**. 6. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 2006.
- MAREGA, Ana Paula Nascimento; ANTÔNIO, John Lennon Souza. **Controle do cronograma na execução de obras de Construção civil: um estudo de caso**. 2017. 69f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.
- MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- MIRANDA, Ana Catarina Pereira. **Planejamento de Obras – Fatores preponderantes que possibilitem o controle de custos e o cumprimento de prazos no final de obras de**

reabilitação. 2013. 296f. Dissertação (Mestrado em Especialização em Construções) – Universidade do Porto, Porto, 2013.

MODER, Joseph J.; PHILLIPS, Cecil R.; DAVIS, Edward W. **Project management with CPM, PERT and precedence diagramming.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

MOURA, Camile Borges; FORMOSO, Carlos Torres. Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do sistema *last planner* e fatores que afetam sua eficácia. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.9, n.3, p.57-74, jul./set. 2009.

MUIANGA, Elisa; GRANJA, Ariovaldo; RUIZ, Joyce. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p.79-97, jan./mar. 2015.

NASCIMENTO, Carlos Augusto Donellas do. **Gerenciamento de prazos: uma revisão crítica das técnicas em uso em empreendimentos em regime de EPC.** 2007. 364f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, Jailson Ribeiro. Planejamento estratégico: uma ferramenta de sustentação na tomada de decisões das organizações com aplicação do BSC no controle das ações implementadas. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2010, São Carlos. **Resumos...**São Carlos: UFSCar, 2010. p.1-14.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge: PMBOK guide. 3. ed.** Newtown Square, PA, 2004.

REIS, Pâmela. Os custos do atraso. 2010. **Revista Construção Mercado**, [S.1.], set. 2010. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/110/artigo282411-1.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SANTOS, Rodrigo Ruas dos. A utilização da rede PERT do projeto para elaboração do cronograma e da rede de atividades. **Revista Online IPOG**, [S.1.], v. 1, p.1-14, dez. 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (Maranhão). **Programa de capacitação de fornecedores – curso: Gerenciamento de projetos.** [s.n], [199-].

SH Formas, Andaimos e Escoramentos Metálicos. **Proposta comercial.** Fortaleza, 2018.

SILVA, Cíntia Figueira. **Análise de falhas em projetos de construção civil.** 2015. 11f. Artigo Técnico (Pós-graduação em Gestão de Projetos em Construção e Montagem) – Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2015.

SISTEMÁTICA Badra de Dados & Associados. [S.1.: s.n], 2003

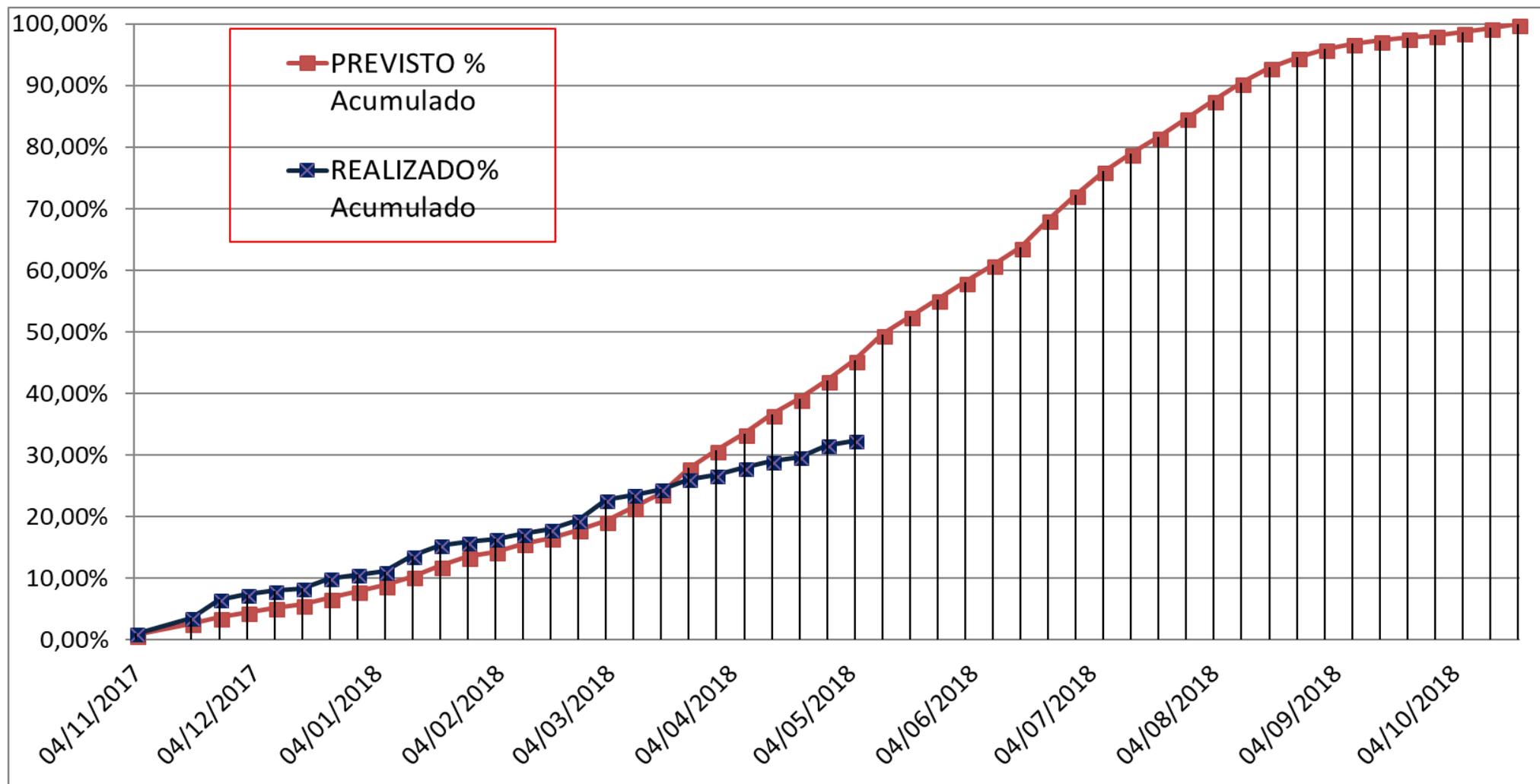
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Departamento De Construção Civil. **Programação e controle de obras.** Juiz de Fora, 2007.

VIANA, Vargas Ricardo. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos** / Ricardo Viana Vargas; prefácio de Reeve Harold R. 6. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

WOODHEAD, Ronald W.; HALPIN, DANIEL W. **Administração da construção civil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

WACHA, Alessandra; SILVA, Alexandre Ferreira Veloso de Abreu. **Cronograma - Um Instrumento do Planejamento, Execução e Controle em Construção e Montagem**. Belo Horizonte: [s.n], 2014.

ANEXOS

ANEXO A - Curva S de avanço físico da obra do prédio de engenharia da computação da UEMA (Autora, 2018)

ANEXO B - Relatório de estacas (Autora, 2018)

RELATÓRIO ESTACAS						
DATA	ORDEM	NÚMERO	COMPRIMENTO	PROFUNDIDADE	NEGA	OBSERVAÇÃO
08/12/2017	N. 01	21	8,00 m	3,90 m	-	ESTOUROU!
11/12/2017	N. 02	25	8,00 m	3,50 m	2,00 mm	
14/12/2017	N. 03	13	6,00 m	3,84 m	2,00 mm	
14/12/2017	N. 04	14	6,00 m	3,75 m	2,00 mm	
14/12/2017	N. 05	15	6,00 m	4,45 m	2,00 mm	
21/12/2017	N. 06	11	6,00 m	3,85 m	4,00 mm	
22/12/2017	N. 07	9	6,00 m	3,85 m	3,00 mm	
22/12/2017	N. 08	7	6,00 m	5,10 m	1,50 mm	
22/12/2017	N. 09	23	6,00 m	3,88 m	2,00 mm	
22/12/2017	N. 10	8	6,00 m	4,94 m	1,00 mm	
23/12/2017	N. 11	10	6,00 m	3,82 m	2,50 mm	
26/12/2017	N. 12	6	6,00 m	3,40 m	2,00 mm	
27/12/2017	N. 13	5	6,00 m	3,65 m	2,50 mm	
27/12/2017	N. 14	4	6,00 m	3,29 m		NÃO DEU NEGA. Estaca 106 e 108 cravadas ao lado.
27/12/2017	N. 15	3	6,00 m	3,26 m	3,00 mm	
28/12/2017	N. 16	2	6,00 m	5,42 m	3,00 mm	
28/12/2017	N. 17	1	6,00 m	4,10 m	2,50 mm	
29/12/2017	N. 18	99	6,00 m	6,00 m	-	NÃO DEU NEGA. Recrava no dia 11/01/18, acréscimo de 4m, totalizando profundidade de 10m (nega=1,5mm)
29/12/2017	N. 19	28	6,00 m	3,20 m	9,00 mm	
30/12/2017	N. 20	106	6,00 m	5,50 m	1,00 mm	
02/01/2018	N. 21	12	6,00 m	3,65 m	4,00 mm	

03/01/2018	N. 22	16	6,00 m	3,90 m	2,00 mm
03/01/2018	N. 23	17	6,00 m	3,88 m	1,50 mm
03/01/2018	N. 24	19	6,00 m	3,65 m	1,50 mm
04/01/2018	N. 25	18	6,00 m	3,60 m	2,00 mm
04/01/2018	N. 26	22	6,00 m	3,30 m	3,00 mm
04/01/2018	N. 27	20	6,00 m	3,20 m	4,00 mm
05/01/2018	N. 28	24	6,00 m	3,34 m	4,50 mm
05/01/2018	N. 29	26	6,00 m	3,10 m	3,00 mm
06/01/2018	N. 30	27	6,00 m	3,90 m	2,00 mm
06/01/2018	N. 31	30	6,00 m	3,50 m	1,50 mm
08/01/2018	N. 32	29	6,00 m	4,18 m	1,00 mm
11/01/2018	N. 33	100	6,00 m	4,00 m	2,00 mm
13/01/2018	N. 34	31	6,00 m	3,56 m	2,50 mm
13/01/2018	N. 35	32	6,00 m	3,14 m	5,00 mm
13/01/2018	N. 36	33	6,00 m	3,30 m	4,50 mm
15/01/2018	N. 37	34	6,00 m	3,20 m	1,50 mm
15/01/2018	N. 38	35	6,00 m	3,30 m	1,50 mm
15/01/2018	N. 39	36	6,00 m	3,35 m	3,00 mm
15/01/2018	N. 40	37	6,00 m	3,60 m	1,00 mm
16/01/2018	N. 41	38	6,00 m	3,28 m	2,00 mm
16/01/2018	N. 42	45	6,00 m	3,30 m	1,00 mm
16/01/2018	N. 43	39	6,00 m	3,10 m	3,00 mm
16/01/2018	N. 44	40	6,00 m	3,06 m	2,50 mm
17/01/2018	N. 45	41	6,00 m	2,50 m	1,00 mm
17/01/2018	N. 46	43	6,00 m	2,80 m	2,00 mm
17/01/2018	N. 47	42	6,00 m	2,70 m	2,50 mm
17/01/2018	N. 48	104	6,00 m	2,90 m	4,00 mm
18/01/2018	N. 49	103	6,00 m	3,07 m	3,00 mm

18/01/2018	N. 50	101	6,00 m	3,45 m	2,00 mm
18/01/2018	N. 51	102	6,00 m	4,28 m	2,00 mm
18/01/2018	N. 52	44	6,00 m	3,47 m	4,00 mm
18/01/2018	N. 53	52	6,00 m	3,40 m	1,50 mm
18/01/2018	N. 54	51	6,00 m	2,95 m	2,50 mm
19/01/2018	N. 55	50	6,00 m	2,88 m	2,00 mm
19/01/2018	N. 56	49	6,00 m	3,00 m	2,50 mm
19/01/2018	N. 57	48	6,00 m	2,95 m	4,00 mm
19/01/2018	N. 58	46	6,00 m	3,10 m	2,50 mm
19/01/2018	N. 59	47	6,00 m	3,20 m	3,00 mm
20/01/2018	N. 60	53	6,00 m	4,00 m	2,50 mm
22/01/2018	N. 61	105	6,00 m	3,20 m	3,00 mm
23/01/2018	N. 62	108	6,00 m	3,56 m	1,00 mm
27/01/2018	N. 63	58	6,00 m	3,08 m	2,00 mm
27/01/2018	N. 64	54	6,00 m	3,00 m	3,00 mm
27/01/2018	N. 65	55	6,00 m	2,90 m	2,50 mm
29/01/2018	N. 66	60	6,00 m	2,80 m	2,50 mm
29/01/2018	N. 67	59	6,00 m	3,22 m	2,00 mm
29/01/2018	N. 68	57	6,00 m	4,65 m	3,00 mm
30/01/2018	N. 69	56	6,00 m	4,15 m	2,00 mm
30/01/2018	N. 70	62	6,00 m	5,14 m	3,50 mm
30/01/2018	N. 71	63	6,00 m	3,95 m	3,00 mm
30/01/2018	N. 72	64	6,00 m	3,72 m	5,00 mm
01/02/2018	N. 73	68	6,00 m	9,73 m	4,00 mm
01/02/2018	N. 74	69	6,00 m	8,42 m	6,00 mm
01/02/2018	N. 75	70	6,00 m	7,30 m	10,00 mm
02/02/2018	N. 76	73	6,00 m	9,80 m	9,00 mm
02/02/2018	N. 77	74	8,00 m	7,90 m	2,00 mm

02/02/2018	N. 78	75	8,00 m	7,39 m	2,50 mm
03/02/2018	N. 79	79	8,00 m	9,20 m	2,00 mm
05/02/2018	N. 80	80	8,00 m	8,40 m	2,50 mm
05/02/2018	N. 81	81	8,00 m	8,00 m	1,00 mm
05/02/2018	N. 82	85	8,00 m	3,90 m	1,50 mm
05/02/2018	N. 83	86	8,00 m	8,00 m	2,00 mm
06/02/2018	N. 84	87	8,00 m	8,10 m	1,00 mm
06/02/2018	N. 85	91	8,00 m	4,20 m	1,50 mm
07/02/2018	N. 86	92	8,00 m	4,00 m	3,00 mm
08/02/2018	N. 87	93	8,00 m	4,15 m	1,00 mm
09/02/2018	N. 88	95	8,00 m	4,45 m	2,00 mm
15/02/2018	N. 89	96	8,00 m	3,60 m	2,00 mm
15/02/2018	N. 90	97	8,00 m	3,50 m	5,00 mm
19/02/2018	N. 91	98	8,00 m	1,50 m	3,90 mm
20/02/2018	N. 92	94	8,00 m	5,00 m	3,65 mm
22/02/2018	N. 93	89	8,00 m	2,00 m	4,70 mm
23/02/2018	N. 94	88	8,00 m	3,00 m	5,35 mm
23/02/2018	N. 95	90	8,00 m	4,00 m	3,75 mm
24/02/2018	N. 96	84	8,00 m	4,00 m	4,70 mm
26/02/2018	N. 97	83	8,00 m	4,00 m	7,39 mm
26/02/2018	N. 98	82	8,00 m	3,00 m	7,60 mm
26/02/2018	N. 99	87	8,00 m	2,00 m	5,90 mm
27/02/2018	N. 100	76	8,00 m	1,50 m	6,26 mm
27/02/2018	N. 101	71	8,00 m	3,00 m	7,10 mm
27/02/2018	N. 102	66	8,00 m	2,50 m	6,04 mm
27/02/2018	N. 103	65	8,00 m	4,00 m	5,70 mm
28/02/2018	N. 104	61	8,00 m	2,00 m	3,45 mm
28/02/2018	N. 105	67	8,00 m	2,50 m	3,95 mm

01/03/2018	N. 106	72	8,00 m	4,00 m	3,90 mm
02/03/2018	N. 107	78	8,00 m	2,00 m	5,50 mm

ANEXO C – Planilha de Cálculo do Avanço Físico do Projeto (Autora, 2018)

ITEM	E A P	HH	% FISICO	PR (%)	QUINZENA 1	QUINZENA 2	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15
					04/11/2017	18/11/2017	25/11/2017	02/12/2017	09/12/2017	16/12/2017	23/12/2017	30/12/2017	06/01/2018	13/01/2018	20/01/2018	27/01/2018	03/02/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	100,00%	P	0,82%	2,69%	3,63%	4,47%	5,20%	5,75%	6,77%	7,89%	8,86%	10,27%	12,03%	13,46%	14,29%
				R	1,04%	3,56%	6,51%	7,33%	7,95%	8,37%	9,97%	10,59%	11,06%	13,63%	15,31%	15,90%	16,38%
1	Implantação do Canteiro	3121,83	4,87%	P	0,78%	2,52%	3,37%	4,07%	4,64%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%
				R	0,91%	2,92%	4,46%	4,48%	4,85%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	4,87%	
1.2	Colocação da placa da obra	12,00	0,02%	P	100,00%												
1.3	Tapume	608,20	0,95%	R				100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P	28,94%	81,55%	98,65%	100,00%									
1.4	Locação de rede coletora	29,63	0,05%	R	10,00%	58,34%	58,34%	58,34%	98,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P	100,00%												
1.5	Execução de Barracão	2472,00	3,86%	R	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P	11,33%	43,69%	61,49%	79,29%	93,85%	100,00%							
2	Movimento de Terra	787,01	1,23%	R	20,00%	60,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P	0,04%	0,17%	0,26%	0,40%	0,57%	0,88%	1,23%	1,23%	1,23%	1,23%	1,23%	1,23%	1,23%
2.1	Limpeza do terreno (Desmatamento)	28,55	0,04%	R	0,13%	0,46%	0,46%	0,46%	0,46%	0,46%	0,46%	0,46%	0,46%	0,52%	0,59%	0,75%	0,83%
				P	98,07%												
2.2	Destocamento de arvores	56,00	0,09%	R	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P	0,00%	100,00%											
2.3	Demolição de concreto simples	40,00	0,06%	R	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P		54,88%	100,00%										
2.4	Escavação e carga de material de jazida	0,00	0,00%	R		80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P			32,23%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2.5	Aterro interno da edificação e remoção de material excedente	122,46	0,19%	R												10,76%	21,52%
				P													
2.6	Compactação de material a proctor normal	144,00	0,22%	R		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P					53,47%	100,00%							
2.7	Compatação de material bota-fora	66,00	0,10%	R													
				P					58,33%	100,00%							
2.8	Transporte Local (caminhão basculante 18m3)	0,00	0,00%	R		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				P													
2.9	Locação Convencional da obra	330,00	0,52%	R						31,82%	100,00%						
				P												12%	25%	52%	63,66%
3	Infraestrutura	3510,31	5,48%	R	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,67%	1,79%	2,76%	3,50%	4,57%	5,32%	5,45%
				P	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,05%	0,09%	0,15%	0,32%	1,48%	1,74%	1,83%
3.1	Execução de estaca premoldada de concreto	333,50	0,52%	R							38,68%	100,00%					
				P					0,95%	4,76%	10,48%	18,10%	28,57%	33,33%	56,19%	60,95%	74,29%
3.2	Escavação Manual de Valas	340,00	0,53%	R							31,62%	84,56%	100,00%				
				P											4,11%	27,48%	30,97%	30,97%

ITEM	E A P	HH	SEMANA													
			SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29
			10/02/2018	17/02/2018	24/02/2018	03/03/2018	10/03/2018	17/03/2018	24/03/2018	31/03/2018	07/04/2018	14/04/2018	21/04/2018	28/04/2018	05/05/2018	12/05/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	15,65%	16,52%	17,90%	19,27%	21,50%	23,76%	27,86%	30,81%	33,46%	36,61%	39,17%	42,10%	45,41%	49,59%
			17,24%	17,95%	19,48%	22,75%	23,57%	24,46%	26,09%	26,75%	27,99%	28,98%	29,70%	31,64%	32,39%	33,59%
5	Paredes e Painéis	8023,79	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,90%	3,56%	5,57%	6,96%	7,15%	7,34%	7,90%	8,59%
			0,13%	0,24%	0,40%	1,59%	1,68%	1,84%	2,03%	2,03%	2,06%	2,57%	2,82%	3,56%	3,80%	4,63%
5.1	Assentamento de alvenaria de vedação	1916,18	4,34%	6,11%	11,68%	23,61%	24,87%	28,53%	34,41%	34,41%	35,60%	42,86%	45,03%	45,03%	53,11%	59,45%
5.2	Cobogó Cerâmico assentado com argamassa	445,40														
5.3	Verga premoldada	35,60										100,00%	18,15%	18,15%	22,53%	22,53%
5.4	Chapisco aplicado em alvenarias	2320,43							33,03%	56,13%	84,05%	100,00%				
5.5	Emboço para recebimento de cerâmica, em argamassa	309,58										61,38%	100,00%			
5.6	Reboco em argamassa de cimento e areia	2300,42												5,22%	20,87%	39,99%
5.7	Assentamento e rejuntamento de revestimento Cerâmico	696,18												4,37%	24,92%	24,92%
6	Revestimento de tetos	1408,73	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,13%	0,13%
6.1	Chapisco com argamassa de cimento e areia , traço 1:3 para tetos, esp. 0.5 cm	720,00														5,88%
6.2	Reboco com argamassa de cimento e areia, traço 1:5, em tetos, esp. 2 cm	688,73														5,88%
7	Cobertura	2524,58	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	1,52%	2,64%	3,19%	3,92%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7.1	Estrutura em madeira para cobertura	955,10										20,24%	53,75%	90,60%	100,00%	
7.2	Montagem de estrutura metálica em tesouras ou treliças	435,60										22,19%	58,92%	95,49%	100,00%	
7.3	Telhamento de telha ondulada de fibrocimento, esp. 6 mm com recobrimento lateral	351,68											38,77%	88,82%	100,00%	
7.4	Telhamento de telha estrutural de fibrocimento, esp. 6 mm	98,95											68,90%	100,00%		
7.5	Rufo & Chapim ou pingadeira em concreto	683,25													29,25%	97,86%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,38%	1,17%	2,13%

ITEM	E A P	HH	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40
			28/04/2018	05/05/2018	12/05/2018	19/05/2018	26/05/2018	02/06/2018	09/06/2018	16/06/2018	23/06/2018	30/06/2018	07/07/2018	14/07/2018	21/07/2018	28/07/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	42,10%	45,41%	49,59%	52,50%	55,26%	58,05%	60,82%	63,74%	68,20%	72,24%	76,09%	78,99%	81,63%	84,73%
			31,64%	32,39%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%
8	Piso	5582,04	0,38%	1,17%	2,13%	3,09%	3,97%	4,14%	4,34%	4,55%	4,75%	4,96%	5,17%	5,37%	6,13%	7,57%
			0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%
8.1	Impermeabilização de superfícies com argamassa de cimento traço 1:3 com aditivo impermeabilizante esp. 1.5	2499,28	9,74%	29,91%	54,55%	79,20%	100,00%									
8.2	Contrapiso em argamassa traço 1:4, aplicado em áreas secas sobre laje esp. 3 cm.	1004,11	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%	53,22%
8.3	Piso Cerâmico 45x45, cor branca, com rejuntamento	1479,12													28,59%	79,97%
8.4	Carpete de nylon para tráfego comercial, e= 6mm a 7mm	33,87														
8.5	Laje de impermeabilização em concreto simples	321,12														51,80%
8.6	Piso cimentado traço 1:4, com acabamento liso, espessura 2cm com juntas plásticas de dilatação	244,54														
9	Esquadrias	901,04	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,36%	0,55%	0,83%	1,10%	1,35%	1,41%	1,41%	1,41%	1,41%	1,41%
			0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
9.1	Esquadrias em madeira	186,00				68,01%	100,00%									
9.1.1	Porta em madeira Semioca de abrir	186,00				68,01%	100,00%									
9.2	Esquadrias em PVC	5,00					100,00%									
9.2.1	Porta em PVC para divisórias, dim. 0,80x 2,10m	5,00					100,00%									
9.3	Esquadrias em Alumínio/vidro	361,72					10,87%	30,78%	55,11%	79,43%	100,00%					
9.3.1	Porta em alumínio / vidro	58,00					67,81%	100,00%								
9.3.2	Portinhola em alumínio	2,00						100,00%								
9.3.3	Janela em alumínio anodizado	301,72						17,01%	46,18%	75,34%	100,00%					
9.4	Esquadrias em Ferro	348,32						14,74%	40,00%	65,26%	90,53%	100,00%				
9.4.1	Grade de proteção em metal	348,32						14,74%	40,00%	65,26%	90,53%	100,00%				

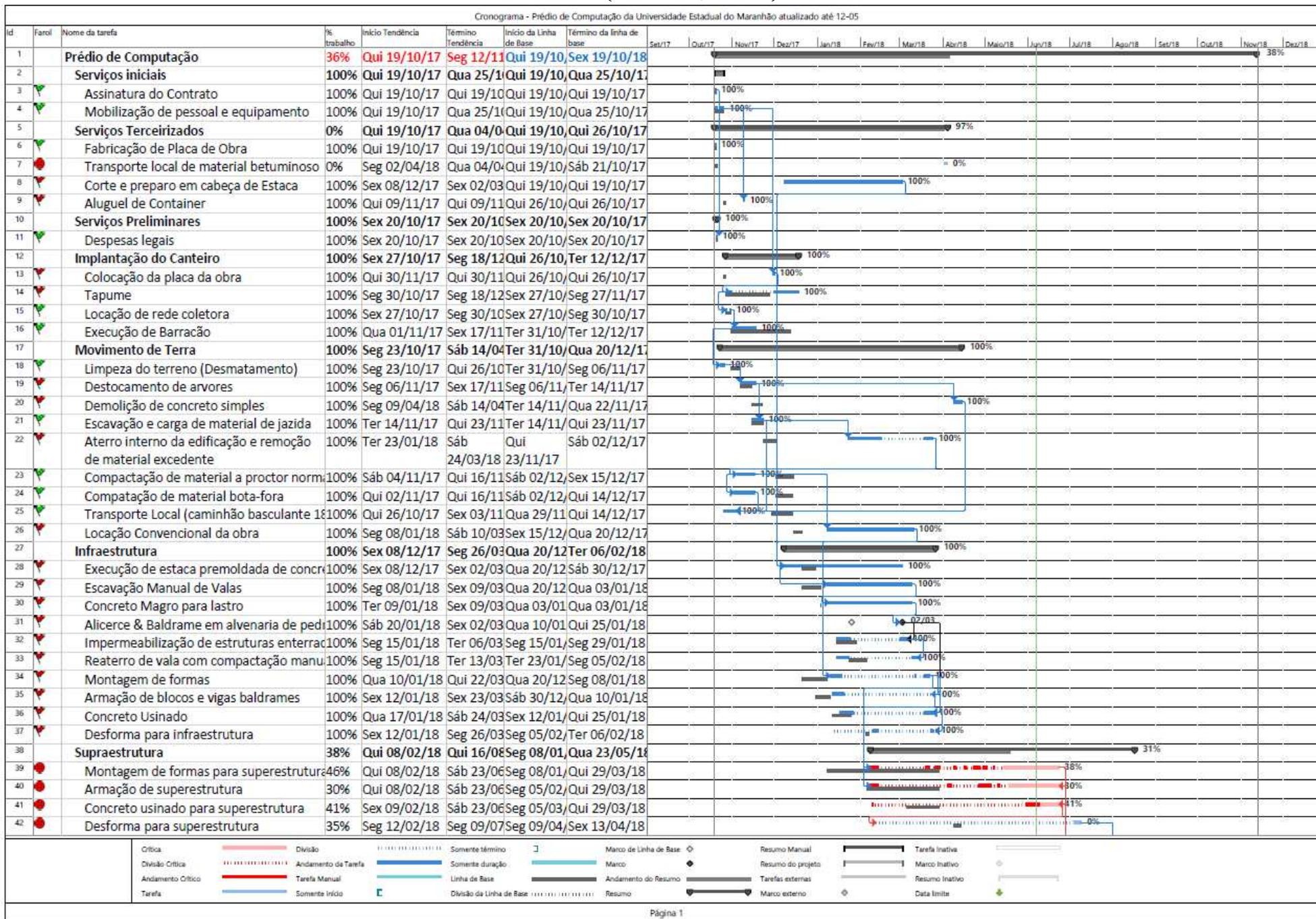
ITEM	E A P	HH	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40
			28/04/2018	05/05/2018	12/05/2018	19/05/2018	26/05/2018	02/06/2018	09/06/2018	16/06/2018	23/06/2018	30/06/2018	07/07/2018	14/07/2018	21/07/2018	28/07/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	42,10%	45,41%	49,59%	52,50%	55,26%	58,05%	60,82%	63,74%	68,20%	72,24%	76,09%	78,99%	81,63%	84,73%
			31,64%	32,39%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%
9.4.1	Grade de proteção em metalon	348,32						14,74%	40,00%	65,26%	90,53%	100,00%				
10	Pintura & Assentamento de forro	8238,99	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,83%	1,78%	2,15%	2,49%	2,90%	3,60%	4,41%	5,38%	6,25%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10.1	Assentamento de forro	713,36						43,18%	98,07%	100,00%						
10.1.1	Forro de gesso em placas	142,24						72,18%	100,00%							
10.1.2	Forro mineral	571,12						35,96%	97,59%	100,00%						
10.2	Pintura em paredes	3296,02						2,34%	6,34%	10,35%	14,35%	17,92%	25,93%	33,94%	41,95%	49,23%
10.2.1	Aplicação de fundo selador PVA em paredes	518,62						14,85%	40,30%	65,75%	91,20%	100,00%				
10.2.2	Lixamento e aplicação de massa latéx em paredes, duas demaos	2009,40										3,58%	16,72%	29,86%	43,00%	54,94%
10.2.3	Aplicação manual de pintura com tinta latex em paredes, duas demaos	768,00														
10.3	Pintura em teto	2618,96											0,45%	4,02%	14,10%	23,27%
10.3.1	Aplicação de fundo selador PVA em teto, uma demao	105,38											11,22%	100,00%		
10.3.2	Lixamento e aplicação de massa latéx em teto, duas demaos	2045,25													12,91%	24,64%
10.3.3	Aplicação manual de pintura com tinta latex em teto, duas demaos	468,34														
10.4	Pintura em madeiras	659,94					11,16%	22,07%	35,40%	48,74%	62,07%	75,41%	88,74%	100,00%		
10.4.1	Pintura esmalte fosco para madeira, duas demaos sobre selador	62,81					100,00%									
10.4.2	Pintura imunizante fungicida , duas demaos	597,13					1,81%	13,87%	28,61%	43,35%	58,08%	72,82%	87,56%	100,00%		
10.5	Pintura em metais	950,71										5,79%	15,04%	24,30%	33,56%	41,97%
10.5.1	Fundo anticorrosivo (Zamão)	428,22										12,85%	33,40%	53,95%	74,50%	93,18%

ITEM	E A P	HH	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40
			28/04/2018	05/05/2018	12/05/2018	19/05/2018	26/05/2018	02/06/2018	09/06/2018	16/06/2018	23/06/2018	30/06/2018	07/07/2018	14/07/2018	21/07/2018	28/07/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	42,10%	45,41%	49,59%	52,50%	55,26%	58,05%	60,82%	63,74%	68,20%	72,24%	76,09%	78,99%	81,63%	84,73%
			31,64%	32,39%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%
15	Instalações Hidráulicas	253,20	0,32%	0,32%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%
			0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
15.1	Conexões e tubos	204,40			7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%	7,56%
15.2	Montagem de Bomba de recalque	48,80			100,00%											
16	Instalações Combate a incendio	247,07	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%
			0,00%	0,00%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
16.1	Execução da tubulação de combate a incendio e conexões	61,37			55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%	55,62%
16.2	Hidrantes e Tanque de pressão	75,55														
16.3	Extintores e medidores de pressão.	16,30														
16.4	Indicações luminosas e placas sinalizadoras	93,85														
17	Instalações Sanitárias	2723,62	0,17%	0,28%	0,42%	0,56%	0,69%	0,81%	0,97%	1,43%	2,19%	2,95%	3,70%	4,19%	4,25%	4,25%
			3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%
17.1	Instalação de tubos e conexões de esgoto	575,52	18,92%	31,43%	46,72%	62,01%	77,30%	89,81%	100,00%							
17.2	Caixas de inspeção e gordura	112,12	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%	46,18%
17.3	Tanque Séptico e Filtro	875,18							39,29%	100,00%						
17.4	Caixa de Distribuição em Concreto	125,60												67,08%		
17.5	Sumidouro	1035,20								12,03%	37,17%	62,31%	87,45%	100,00%	100,00%	100,00%
18	Aparelhos, bancadas, metais, Acessórios e Complementos Sanitários	2450,85	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,81%	1,31%	1,72%	2,14%	2,58%	2,85%
18.1	Louças e acessórios	1716,04								9,82%	30,33%	48,90%	64,40%			
18.1.1	Divisória em Granito Cinza andorinha	1083,08								7,78%	24,03%	40,28%	56,53%			
										73,90%	73,83%	100,00%				

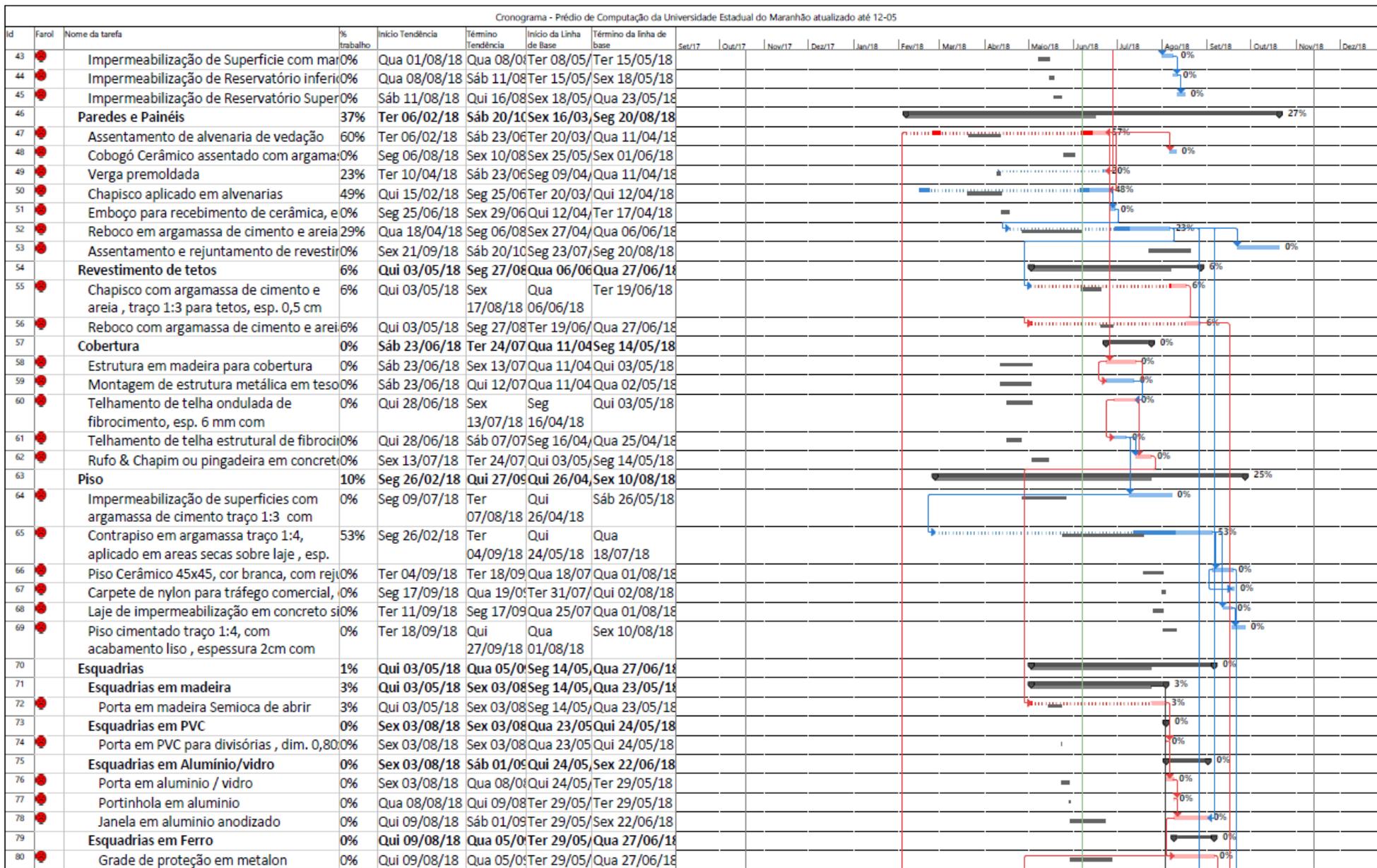
ITEM	E A P	HH	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43
			19/05/2018	26/05/2018	02/06/2018	09/06/2018	16/06/2018	23/06/2018	30/06/2018	07/07/2018	14/07/2018	21/07/2018	28/07/2018	04/08/2018	11/08/2018	18/08/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	52,50%	55,26%	58,05%	60,82%	63,74%	68,20%	72,24%	76,09%	78,99%	81,63%	84,73%	87,62%	90,44%	92,88%
			33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%
18.1.3	Divisória em painel PVC	50,68							82,62%	100,00%						
18.1.4	Balcões de granito	4,73							100,00%							
18.1.5	Bancada em granito cinza andorinha, para 5 cubas	35,03							10,99%	100,00%						
18.1.6	Vaso sanitário sifonado com Caixa acoplada	90,00								55,41%	100,00%					
18.1.7	Vaso Sanitário para PNE, louça branca	20,00									100,00%					
18.1.8	Lavatório de louça branca, para PNE, incluso valvula, sifão e engate cromado	22,00									100,00%					
18.1.9	Mictório Sifonado de louça branca com pertences	58,00									10,12%	100,00%				
18.2	Metais Sanitários	89,04										60,42%	100,00%			
18.2.1	Instalação de acessórios de banheiros	89,04										60,42%	100,00%			
18.3	Instalações de Aguas pluviais	225,93											9,11%	49,26%	100,00%	
18.3.1	Instalação de tubos e conexões pluviais	103,16	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%	45,93%
18.3.2	Caixa de areia em alvenaria em tijolo maciço , revestida internamente com barra lisa com grelha	122,77											19,95%	100,00%		
18.3.2													6,62%	100,00%		
18.4	Rodapés, Soleiras e Peitoris	419,83												37,52%	68,55%	100,00%
18.4.1	Rodapé Cerâmico h= 7cm	143,45												73,21%	100,00%	
18.4.2	Soleiras de granito cinza andorinha, largura 15 cm	125,60												41,82%	100,00%	
18.4.3	Peitoris de granito cinza andorinha, largura 17 cm	150,78													12,45%	99,99%
19	Urbanização	4200,12	2,66%	2,77%	2,83%	2,94%	3,07%	3,95%	4,84%	5,74%	6,18%	6,46%	6,56%	6,56%	6,56%	6,56%
			3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%	3,24%
			40,55%	42,30%	43,16%	44,79%	46,88%	60,28%	73,90%	87,52%	94,28%	98,47%				

ITEM	E A P	HH	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43	SEMANA 44	SEMANA 45	SEMANA 46	SEMANA 47	SEMANA 48	SEMANA 49	SEMANA 50	SEMANA 51	SEMANA 52
			14/07/2018	21/07/2018	28/07/2018	04/08/2018	11/08/2018	18/08/2018	25/08/2018	01/09/2018	08/09/2018	15/09/2018	22/09/2018	29/09/2018	06/10/2018	13/10/2018	20/10/2018
0	PRÉDIO DE COMPUTAÇÃO - UEMA	64069,29	78,99%	81,63%	84,73%	87,62%	90,44%	92,88%	94,54%	95,88%	96,83%	97,33%	97,74%	98,15%	98,65%	99,30%	100,00%
			33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%	33,59%
20.6	Sarjetas de concreto	463,22														39,20%	100,00%
			26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%	26,22%
21	Serviços Complementares	1478,65	1,56%	1,56%	1,56%	1,68%	1,96%	2,23%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%
			0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%
21.1	Placa de identificação de ambientes em acrílico	35,00															
21.2	Rampa de acesso para cadeirante , esp. 10 cm	172,37															
21.3	Guarda corpo c/ corrimão em tudo galvanizado 2"	67,21															
21.4	Corrimão em tubo galvanizado 2"	706,40	100,00%														
21.5	Escada tipo marinheiro , incluso pintura	8,39	100,00%														
21.6	Lixeira Seletiva	8,04	100,00%														
21.7	Plantio de grama	481,24				16,62%	53,20%	89,77%	100,00%								
			97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%	97,19%
22	Serviços Finais	57,20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,09%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
22.1	Placa de inauguração em alumínio, dim. 40x60	1,20															100,00%
22.2	Desmobilização	0,00															
22.3	Elaboração de "As built"	56,00														51,43%	100,00%
23	Limpeza da obra	542,07	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,08%	0,15%	0,22%	0,40%	0,63%	0,85%
			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
23.1	Limpeza final da obra	288,69													26,01%	63,42%	100,00%
23.2	Carga manual e remoção mecanizada de entulho	253,38									2,44%	19,80%	37,17%	54,53%	71,90%	86,11%	100,00%

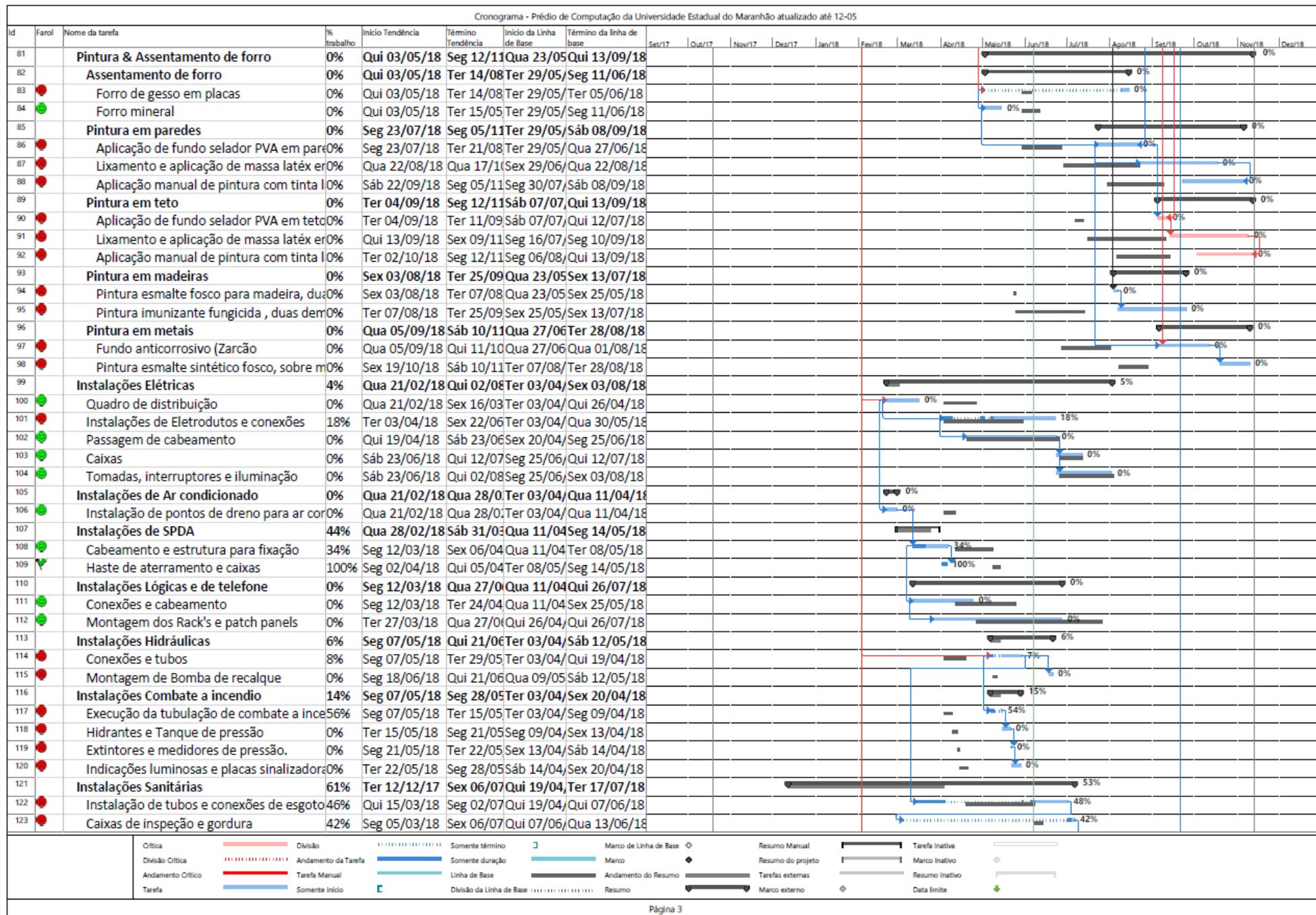
ANEXO D - Cronograma da construção do prédio de Engenharia da Computação atualizado até 12/05/2018 (Autora, 2018)

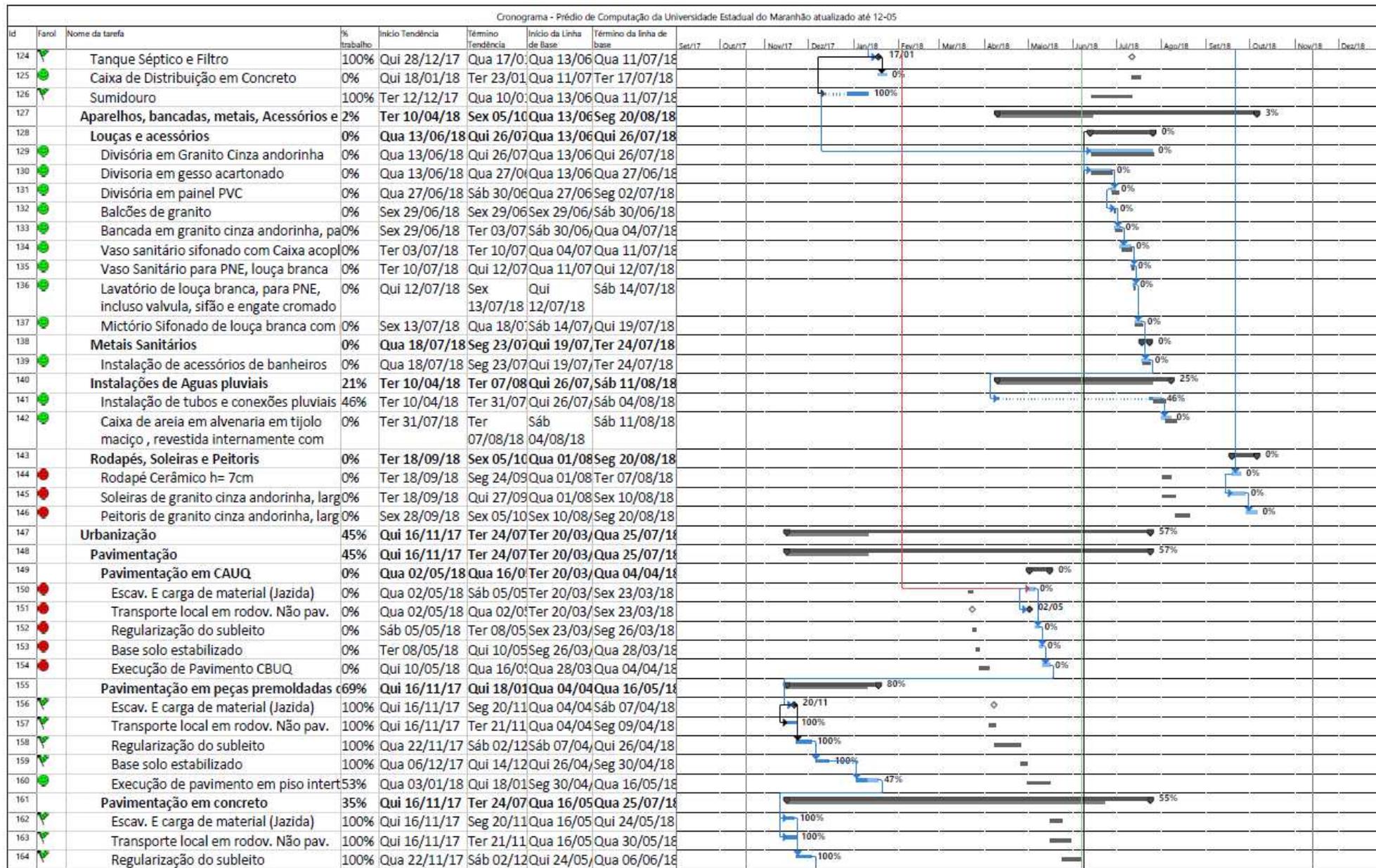


Cronograma - Prédio de Computação da Universidade Estadual do Maranhão atualizado até 12-05

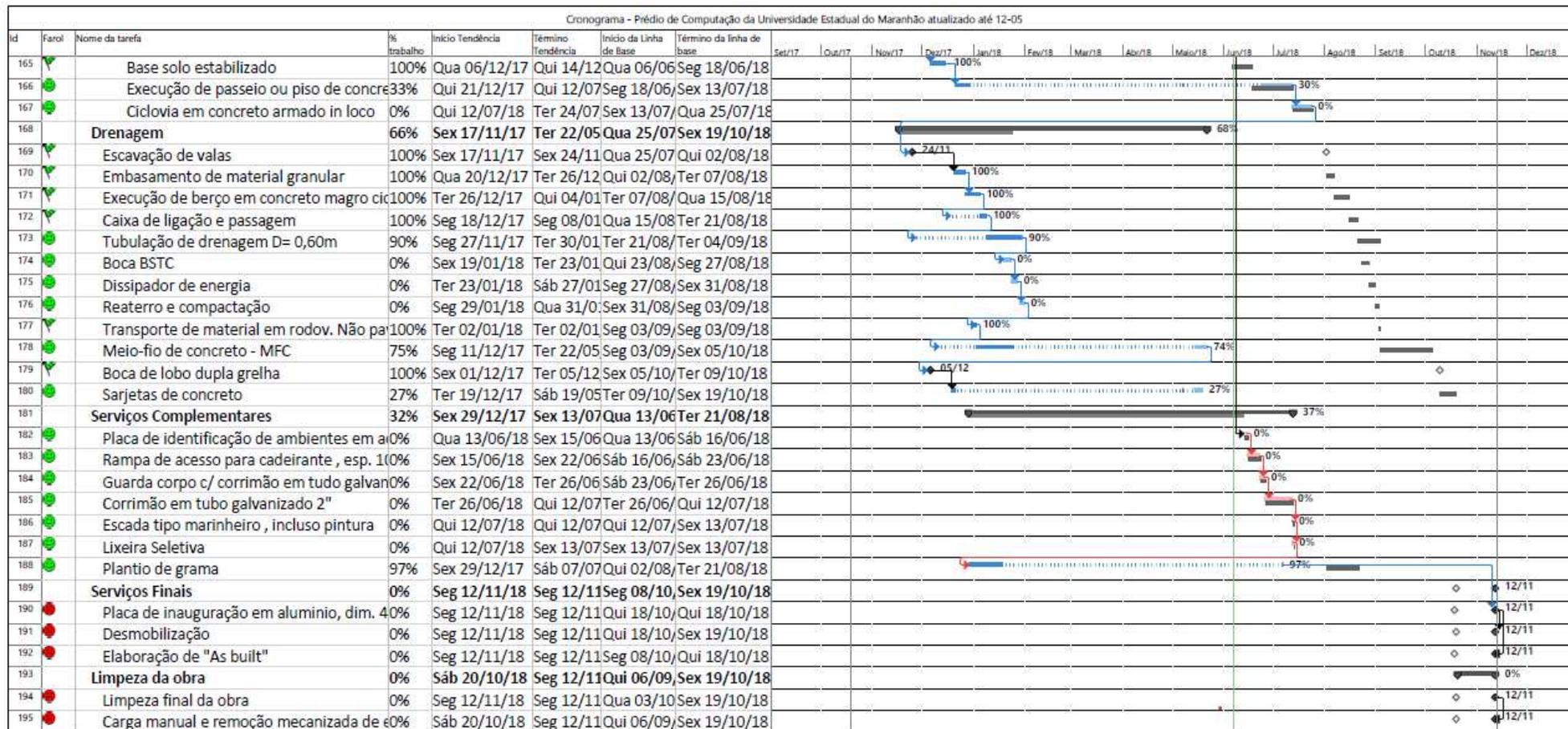


Crítica	-----	Divisão	.....	Somente término	]	Marco de Linha de Base	◇	Resumo Manual	▬	Tarefa Inativa	○
Divisão Crítica	-----	Andamento da Tarefa	.....	Somente duração	]	Marco	◇	Resumo do projeto	▬	Marco Inativo	○
Andamento Crítico	-----	Tarefa Manual	.....	Linha de Base	]	Andamento do Resumo	◇	Tarefas externas	▬	Resumo Inativo	○
Tarefa	-----	Somente início	.....	Divisão da Linha de Base	]	Resumo	◇	Marco externo	▬	Data limite	○





Crítica	-----	Divisão	.....	Somente término	□	Marco de Linha de Base	◇	Resumo Manual	▬	Tarefa Inativa	▬
Divisão Crítica	-----	Andamento da Tarefa	.....	Somente duração	▬	Marco	◇	Resumo do projeto	▬	Marco Inativo	▬
Andamento Crítico	-----	Tarefa Manual	.....	Linha de Base	▬	Andamento do Resumo	▬	Tarefas externas	▬	Resumo Inativo	▬
Tarefa	▬	Somente início	▬	Divisão da Linha de Base	.....	Resumo	▬	Marco externo	▬	Data limite	▬



ANEXO F - Quadro de produtividade (SBD, 199-)

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE		COPYRIGHT SBD Sistemática Badra de Dados & Assoc.				A6..G338 Dimensionamento			
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO
ETAPA	SERVICOS PRELIMINARES								
	limpeza de terreno	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia		100	12,50	3	4,17
	demolições								
	alvenaria	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	2p+5s	100	10,00	3	3,33
	concreto armado	1,80 h/m3	0,83 m3/h	5,00 m3/dia	2p+3s	18	3,20	3	1,07
	tijolo macio s/aproveitamento	0,67 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	2p+3s	100	8,33	3	2,78
	tijolo macio c/aproveitamento	1,33 h/m2	0,75 m2/h	6,00 m2/dia	2p+3s	100	16,67	3	5,56
	pisos ceramicos	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	2p+2s	100	6,67	3	2,22
	telhados	0,32 h/m2	3,13 m2/h	25,00 m2/dia	1p+1s	100	4,00	3	1,33
	tesouras de madeira	0,67 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	1ca+2s	100	8,33	3	2,78
	forros	0,47 h/m3	2,13 m3/h	17,02 m3/dia	1of+1s	100	5,88	3	1,96
	esquadrias	0,20 h/un	5,00 un/h	40,00 un/dia	2p+1s	100	2,50	3	0,83
	revestimento	0,72 h/m2	1,39 m2/h	11,11 m2/dia	2p+2s	100	9,00	3	3,00
	pisos cimentados	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	2s	100	10,00	3	3,33
	pisos ladrilhados	0,46 h/m2	2,19 m2/h	17,51 m2/dia	2p+2s	100	5,71	3	1,90
	pisos tacos	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	2c+2s	100	10,00	3	3,33
	degraus	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	2p+2s	100	10,00	3	3,33
	alven/tijolo	0,64 h/m3	1,56 m3/h	12,50 m3/dia	2p+5s	100	8,00	3	2,67
	alven/pedra	1,00 h/m3	1,00 m3/h	8,00 m3/dia	2p+5s	100	12,50	3	4,17
	concreto	1,80 h/m3	0,83 m3/h	5,00 m3/dia	2p+4s	18	3,20	3	1,07
	concreto armado	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+3s	100	16,67	3	5,56
	revestimentos(mg/mf)	0,32 h/m2	3,13 m2/h	25,00 m2/dia	2p+2s	100	4,00	3	1,33
	revestimento c/ argamassa	0,67 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	2p+2s	100	8,33	3	2,78
	remoções							3	
	manual paralelepipedo	0,90 h/m2	1,11 m2/h	8,99 m2/dia	2s	100	11,25	3	3,75
	manual entulho	1,50 h/m3	0,67 m3/h	5,33 m3/dia	2s	100	18,75	3	6,25
	esgotamento de agua							3	
	manual ate 3m de prof.und.	0,94 h/m3	1,06 m3/h	8,51 m3/dia	2s	100	11,75	3	3,92
	escavação manual de valas							3	
	ate 2m	2,00 h/m3	0,50 m3/h	4,00 m3/dia	2s	1	0,25	3	0,08
	2ma4m	1,00 h/m3	1,00 m3/h	8,00 m3/dia	1p+5s	100	12,50	3	4,17
	4m a 6m	0,80 h/m3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+7s	100	10,00	3	3,33
	escavação manual							3	
	1a cat ate 1,5m	0,80 h/m3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
	1a cat 1,5 a 3,0m	0,80 h/m3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
	2a cat ate 1,5m	0,80 h/m3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+6s	100	10,00	3	3,33
	2a cat 1,5 a3,00m	1,00 h/m3	1,00 m3/h	8,00 m3/dia	1p+6s	100	12,50	3	4,17
	manual (0,40m)	2,00 h/m3	0,50 m3/h	4,00 m3/dia	2s	100	25,00	3	8,33
	terra solta ate 1,50 m	0,80 h/m3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE			COPYRIGHT SEID Sistemática Badra de Dados & Assoc.		Dimensionamento				
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO
	formas comuns,retas de compensado							3	
	fabricação	1,78 h/m2	0,56 m2/h	4,50 m2/dia		100	22,22	3	7,41
	colocação	0,94 h/m2	1,06 m2/h	8,50 m2/dia		100	11,76	3	3,92
	desforma	0,16 h/m2	6,25 m2/h	50,00 m2/dia		100	2,00	3	0,67
	formas comuns curvas de compensado							3	
	fabricação	1,78 h/m2	0,56 m2/h	4,50 m2/dia		100	22,22	3	7,41
	colocação	3,20 h/m2	0,31 m2/h	2,50 m2/dia		100	40,00	3	13,33
	desforma	0,13 h/m2	7,50 m2/h	60,00 m2/dia		100	1,67	3	0,56
	formas comuns de madeirit							3	
	fabricação	1,33 h/m2	0,75 m2/h	6,00 m2/dia		100	16,67	3	5,56
	colocação	0,89 h/m2	1,13 m2/h	9,00 m2/dia		100	11,11	3	3,70
	desforma	0,13 h/m2	7,50 m2/h	60,00 m2/dia		100	1,67	3	0,56
	forma geral	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	2c+2a	100	6,67	3	2,22
	colocação tipo painel madeirit	1,80 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia		100	20,00	3	6,67
	colocação formas deslizantes	1,80 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia		100	20,00	3	6,67
	ARMAÇÃO							3	
	armação em geral	0,07 h/kg	15,00 kg/h	120,00 kg/dia	1f+1a	31382,66	261,52	3	87,17
	aço CA 50	0,08 h/kg	12,50 kg/h	100,00 kg/dia	1f+1a	100	1,00	3	0,33
	aço CA 25	0,08 h/kg	12,50 kg/h	100,00 kg/dia	1f+1a	100	1,00	3	0,33
	inserts	6,00 h/kg	0,17 kg/h	1,33 kg/dia		100	75,00	3	25,00
	chumbadores	0,30 h/kg	3,33 kg/h	26,67 kg/dia		100	3,75	3	1,25
	malha metalicas	0,30 h/kg	3,33 kg/h	26,67 kg/dia		100	3,75	3	1,25
	Pre moldados em geral	6,06 h/m3	0,17 m3/h	1,32 m3/dia		100	75,76	3	25,25
	esmerilhamento de concreto	2,15 h/m2	0,47 m3/h	3,72 m3/dia		100	26,88	3	8,96
	levantamento de pre-moldado	1,14 h/und	0,88 un/h	7,00 un/dia		100	14,29	3	4,76
ETAPA	ALVENARIA							3	
	tijolo maciço 10 cm	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1p+1s	100	10,00	3	3,33
	tijolo maciço 15 cm	1,14 h/m2	0,88 m2/h	7,00 m2/dia	1p+1s	100	14,29	3	4,76
	tijolo furado 15cm -10x20x20	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1p+1s	100	6,67	3	2,22
	tijolo furado 25 cm -10x20x20	0,67 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	1p+1s	100	8,33	3	2,78
	tijolo refratario -20cm	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1p+1s	100	12,50	3	4,17
	bloco de concreto 20x20x40	1,14 h/m2	0,88 m2/h	7,00 m2/dia	1p+1s	100	14,29	3	4,76
	bloco de concreto 15x20x40	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1p+1s	100	10,00	3	3,33
	bloco de concreto 10x20x40	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1p+1s	100	6,67	3	2,22
	pedras de mão rejuntadas	2,67 h/m2	0,38 m2/h	3,00 m2/dia	1p+1s	100	33,33	3	11,11
	elementos vazados de concreto	2,40 h/m2	0,42 m2/h	3,33 m2/dia	1p+1s	100	30,00	3	10,00
	elementos vazados de ceramica	2,60 h/m2	0,38 m2/h	3,08 m2/dia	1p+1s	100	32,50	3	10,83
ETAPA	REVESTIMENTOS DE PAREDES							3	
	chapisco grosso	0,32 h/m2	3,13 m2/h	25,00 m2/dia	1p+1s	100	4,00	3	1,33
	chapisco fino	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1p+1s	3200	160,00	6	26,67
	embozzo	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1p+1s	100	5,00	3	1,67

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE				COPYRIGHT SEID Sistemática Badra de Dados & Assoc.		Dimensionamento			
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO
	reboco	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1p+1s	100	5,00	3	1,67
	massa unica	0,29 h/m2	3,50 m2/h	28,00 m2/dia	1p+1s	100	3,57	3	1,19
	azulejos	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1la+1s	100	12,50	3	4,17
	pastilhas	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia	1p+1s	100	20,00	3	6,67
ETAPA	REVESTIMENTO DE PISOS							3	
	piso de madeira -tacos	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1ta+2s	100	12,50	3	4,17
	piso de granilite	0,64 h/m2	1,56 m2/h	12,50 m2/dia	1p+1s	100	8,00	3	2,67
	piso de ceramica	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1la+1s	100	12,50	3	4,17
	piso cimentado liso	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1p+1s	100	10,00	3	3,33
	piso cimentado aspero	0,87 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	1p+1s	100	8,33	3	2,78
	piso com ladrilhos	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1la+1s	100	10,00	3	3,33
	pisos com pedras irregulares	1,50 h/m2	0,67 m2/h	5,33 m2/dia	1p+1s	100	18,75	3	6,25
	piso de pastilha	1,59 h/m2	0,63 m2/h	5,03 m2/dia	1p+1s	100	19,88	3	6,63
	piso de revestimento de pedra	2,63 h/m2	0,38 m2/h	3,04 m2/dia	1p+1s	100	32,88	3	10,96
	piso de caco ceramico	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1p+1s	100	12,50	3	4,17
	piso de granilite	0,64 h/m2	1,56 m2/h	12,50 m2/dia	1p+1s	100	8,00	3	2,67
	piso de marmore	1,23 h/m2	0,81 m2/h	6,50 m2/dia	1ass+1s	100	15,38	3	5,13
	piso de cacos de marmore	1,59 h/m2	0,63 m2/h	5,03 m2/dia	1p+1s	100	19,88	3	6,63
	piso de lajotões (50x50cm)	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia	1p+2s	100	20,00	3	6,67
	rodapés de madeira	0,23 h/m	4,38 m/h	35,00 m/dia	1ca+1a	100	2,86	3	0,95
	rodapés de ceramicas	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	1p+1s	100	10,00	3	3,33
	rodapés de ladrilhos e azulejos	0,53 h/m	1,88 m/h	15,00 m/dia	1p+1s	100	6,67	3	2,22
	rodapés de marmore (10cm)	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	1ma+1a	100	10,00	3	3,33
	soleiras e peitoris	4,00 h/m2	0,25 m2/h	2,00 m2/dia	1o+1a	100	50,00	3	16,67
	soleira de marmores ou de ceramica	2,00 h/m	0,50 ml/h	4,00 ml/dia	1o+1a	100	25,00	3	8,33
ETAPA	DIVISORIAS E FORROS							3	
	forro metalico	2,50 h/m2	0,40 m2/h	3,20 m2/dia		100	31,25	3	10,42
	forro falso de isopor	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50
	divisorias metalicas	5,00 h/m2	0,20 m2/h	1,60 m2/dia		100	62,50	3	20,83
ETAPA	COBERTURAS							3	
	madeiramento para telhas ceramicas	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1c+1a	100	10,00	3	3,33
	madeiramento para fibro-cimento	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1c+1a	100	10,00	3	3,33
	madeiramento para canaleta 43	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1c+1a	100	6,67	3	2,22
	telha de fibro cimento 8mm	0,32 h/m2	3,13 m2/h	25,00 m2/dia	1p+2s	100	4,00	3	1,33
	telha tipo ceramica	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1p+2s	100	10,00	3	3,33
	cumieira para telha ceramica	1,20 h/m2	0,83 m2/h	6,67 m2/dia		100	15,00	3	5,00
	cumieira para fibro cimento	0,70 h/m2	1,43 m2/h	11,43 m2/dia		100	8,75	3	2,92
	cumieira para canaleta 43	0,70 h/m2	1,43 m2/h	11,43 m2/dia		100	8,75	3	2,92
ETAPA	TRATAMENTOS							3	
	argamassa impermeavel(cim/areia/sika)	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50
	capeamento asfaltico no concreto	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE				COPYRIGHT SEID Sistemática Badra de Dados & Assoc.		Dimensionamento			
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO
	pintura asfáltica em fundação	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia		100	5,00	3	1,87
	impermeabilização de caixa d'água	6,00 h/m2	0,17 m2/h	1,33 m2/dia		100	75,00	3	25,00
	impermeabilização interna em paredes	3,80 h/m2	0,26 m2/h	2,11 m2/dia		100	47,50	3	15,83
	junta fungemband	0,70 h/ml	1,43 ml/h	11,43 ml/dia		100	8,75	3	2,92
ETAPA	ESQUADRIAS							3	
	janela de madeira com vidro	2,00 h/m2	0,50 m2/h	4,00 m2/dia	1c+1a	100	25,00	3	8,33
	janela de alumínio anodizada	5,00 h/m2	0,20 m2/h	1,60 m2/dia	1o+1a	100	62,50	3	20,83
	janela de correr 1 carp./1 aj.	2,00 h/un	0,50 un/h	4,00 un/dia	1ca+1a	100	25,00	3	8,33
	janela guilhotina 1 carp./1 aj.	1,79 h/un	0,56 un/h	4,47 un/dia	1ca+1a	100	22,38	3	7,46
	esquadria metálica 1s/1aj	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1s+1a	100	28,38	3	9,46
	porta 1 carp./1 aj.	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1c+1a	100	28,38	3	9,46
	batentes 1 carp./1 aj.	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1c+1a	100	28,38	3	9,46
	guarnicoes 1 carp./1 aj.	0,18 h/m	5,56 ml/h	44,44 ml/dia	1c+1a	100	2,25	3	0,75
	porta de madeira completa	2,67 h/un	0,38 un/h	3,00 un/dia	1c+1a	100	33,33	3	11,11
	corrimão de madeira ou metálico	1,50 h/ml	0,67 ml/h	5,33 ml/dia	1o+1a	100	18,75	3	6,25
	escadas de madeira	5,80 h/m2	0,17 m2/h	1,38 m2/dia		100	72,50	3	24,17
	escadas marinheiro	2,00 h/ml	0,50 ml/h	4,00 ml/dia	1o+1a	100	25,00	3	8,33
	porta corta-fogo	16,00 h/un	0,06 un/h	0,50 un/dia	1p+2s	100	200,00	3	66,67
	gradil 1p/2s	0,64 h/ml	1,56 ml/h	12,50 ml/dia	1p+2s	100	8,00	3	2,67
ETAPA	PINTURA							3	
	raspagem pintura antiga	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1s	100	5,00	3	1,67
	raspagem de superfície	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1r+1a	100	6,67	3	2,22
	caiação em paredes(tres demãos)	0,27 h/m2	3,75 m2/h	30,00 m2/dia	1p+1a	100	3,33	3	1,11
	caiação em paredes(duas demãos)	0,20 h/m2	5,00 m2/h	40,00 m2/dia	1p+1a	100	2,50	3	0,83
	masseamento e lixamento	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1p	100	5,00	3	1,67
	massamento de paredes	0,50 h/m2	2,00 m2/h	16,00 m2/dia	1p+1a	100	6,25	3	2,08
	pintura de paredes	1,20 h/m2	0,83 m2/h	6,67 m2/dia	1p+1a	100	15,00	3	5,00
	pintura de esquadrias de madeira	1,40 h/m2	0,71 m2/h	5,71 m2/dia	1p+1a	100	17,50	3	5,83
	pintura de esquadrias metálicas	0,90 h/m2	1,11 m2/h	8,89 m2/dia	1p+1a	100	11,25	3	3,75
	calafetagem c/ uma demão .	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1cal+1a	100	10,00	3	3,33
	gesso e cola(1 demão)	0,23 h/m2	4,35 m2/h	34,78 m2/dia	1p+1a	100	2,88	3	0,96
	oleo(3 demãos)	0,64 h/m2	1,56 m2/h	12,50 m2/dia	1p+1a	100	8,00	3	2,67
	esmalte	1,06 h/m2	0,94 m2/h	7,55 m2/dia	1p+1a	100	13,25	3	4,42
	verniz	1,06 h/m2	0,94 m2/h	7,55 m2/dia	1p+1a	100	13,25	3	4,42
	oleo em esquadrias 3 demãos	1,07 h/m2	0,94 m2/h	7,50 m2/dia	1p+1a	100	13,33	3	4,44
	retoques	0,27 h/m2	3,75 m2/h	30,00 m2/dia	1p+1a	100	3,33	3	1,11
ETAPA	INSTALAÇÕES							3	
	hidráulica	0,47 h/pto	2,13 pto/h	17,00 pto/dia	1en+1a	100	5,88	3	1,96
	elétrica	0,89 h/pto	1,13 pto/h	9,00 pto/dia	1e+1a	100	11,11	3	3,70
	hidráulica em laboratórios	0,40 h/pto	2,50 pto/h	20,00 pto/dia	1en+1a	100	5,00	3	1,67
	fossa septica-colocação	0,50 h/pto	2,00 pto/h	16,00 pto/dia	1en+1a	100	6,25	3	2,08

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE					COPYRIGHT SBD Sistemática Badra de Dados & Assoc.		Dimensionamento			
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO	
ETAPA	PECAS HIDRAULICAS							3		
	tanque de louca c/ coluna	6,00 h/un	0,17 un/h	1,33 un/dia	1en	100	75,00	3	25,00	
	bacia de louca c/ cx. acoplada	6,00 h/un	0,17 un/h	1,33 un/dia	1en	100	75,00	3	25,00	
	bide	6,60 h/un	0,15 un/h	1,21 un/dia	1en	100	82,50	3	27,50	
	chuveiro	1,00 h/un	1,00 un/h	8,00 un/dia	1en	100	12,50	3	4,17	
	lavatorio c/ coluna	6,60 h/un	0,15 un/h	1,21 un/dia	1en	100	82,50	3	27,50	
ETAPA	VIDROS							3		
	vidro	0,60 h/m2	1,67 m2/h	13,33 m2/dia	1v+1a	100	7,50	3	2,50	
ETAPA	CERCAS E JARDINS							3		
	cercas	0,89 h/m3	1,13 m3/h	9,00 m3/dia	1p+1a	100	11,11	3	3,70	
	terra preta adubada	3,20 h/m3	0,31 m2/h	2,50 m2/dia	2s	100	40,00	3	13,33	
	grama	5,33 h/m2	0,19 m2/h	1,50 m2/dia	1a	100	66,67	3	22,22	
ETAPA	ESTRUTURA METALICA							3		
	grades metalicas	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1se+1a	100	10,00	3	3,33	
	estruturas metalicas pesadas acima 20 ton	0,27 h/ton	3,75 ton/h	30,00 ton/dia	eqto	100	3,33	3	1,11	
	estruturas metal- medias 5 a 20 ton	0,11 h/ton	8,75 ton/h	70,00 ton/dia	eqto	100	1,43	3	0,48	
	estruturas leves- ate 5ton	0,05 h/ton	18,75 ton/h	150,00 ton/dia	eqto	100	0,67	3	0,22	
	pontes rolantes	0,11 h/ton	8,75 ton/h	70,00 ton/dia	eqto	100	1,43	3	0,48	
	escadas/ corrimão	0,04 h/m	22,50 m/h	180,00 m/dia	1se+1s	100	0,56	3	0,19	
	suporte de tubulação	0,50 h/kg	2,00 Kg/h	16,00 Kg/dia	1o+1a	100	6,25	3	2,08	
	suporte para eletricidade	0,60 h/kg	1,67 Kg/h	13,33 Kg/dia	1o+1a	100	7,50	3	2,50	
	suporte para instrumentação	0,70 h/kg	1,43 Kg/h	11,43 Kg/dia	1o+1a	100	8,75	3	2,92	
	tapeamento lateral	1,00 h/m2	1,00 m2/h	8,00 m2/dia	1o+1a	100	12,50	3	4,17	
ETAPA	LIMPEZA FINAL							3		
	limpeza de pisos e revestimentos	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	2s	100	5,00	3	1,67	
	limpeza de vidros	0,60 h/m2	1,67 m2/h	13,33 m2/dia	2s	100	7,50	3	2,50	
	limpeza geral	0,70 h/m2	1,43 m2/h	11,43 m2/dia	2s	100	8,75	3	2,92	
								3		
	segunda revisão 13/4/03					100		3		

AGRADECEMOS TODA E QUALQUER CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA NO SENTIDO DA MELHORIA E ACRÉSCIMO DESTAS INFORMAÇÕES.

FAX (011) 3063-0596(SOLICITAR SINAL)

ANEXO G - Índice de mão-de-obra de painéis metálicos (SH, 2018)



// TEKKO® SH

Sistema composto por painéis em chassis de aço forrados com compensado plastificado, que são acoplados com clips e alinhados com perfis ou tubos metálicos.

ÍNDICE DE MÃO-DE-OBRA:
0,5hh/m².

CARGA ADMISSÍVEL: 40kN/m².

COMPENSADO: 12mm.



► TEKKO® SH



ANEXO H - Índice de mão-de-obra de painéis metálicos TOPEC (SH, 2018)



// TOPEC® SH

Sistema para lajes pronto para o uso. Possui o menor número de componentes: somente painéis e escoras. Dispensa mão-de-obra especializada e revestimento de teto.

MATERIAL: Painéis de chassi de alumínio, forrados com compensado plastificado.

REESCORAMENTO: DropHead - um cabeçal preso à escora que torna possível a desforma da laje sem que, em nenhum momento, a escora perca o contato com o concreto. Permite a retirada segura dos painéis em cerca de três dias.

ACABAMENTO: Permite a montagem de lajes, sem a necessidade de cortes, pregos e emendas, e ainda dispensa revestimento de teto.

APLICAÇÃO: Acoplado sobre as torres de carga LTT, o Topec® SH também pode ser usado em pés-direitos altos. Também pode ser combinado com cubas de polipropileno para a execução de lajes nervuradas.

ÍNDICE DE MÃO-DE-OBRA: 0,3hh/m².

MONTAGEM: O sistema é formado por duas peças básicas (painel e escora) montadas sem necessidade de ferramenta especial. Dispensa mão-de-obra especializada.

