



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MESSIAS FERNANDES NETO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO PERT/CPM NO GERENCIAMENTO DO TEMPO DE
PEQUENAS OBRAS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN: UM ESTUDO
MULTICASO COMPARATIVO**

PAU DOS FERROS-RN
2017

MESSIAS FERNANDES NETO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO PERT/CPM NO GERENCIAMENTO DO TEMPO DE
PEQUENAS OBRAS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN: UM ESTUDO
MULTICASO COMPARATIVO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar Pau dos Ferros, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Professor Dr. Almir Mariano de Sousa Junior – UFERSA.

PAU DOS FERROS-RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Fa Fernandes Neto, Messias.
 Aplicação do método PERT/CPM ao gerenciamento
 do tempo de pequenas obras no município de Pau
 dos Ferros/RN: um estudo multicaso comparativo
 / Messias Fernandes Neto. - 2017.
 119 f. : il.

 Orientador: Almir Mariano de Sousa Junior.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2017.

 1. Planejamento. 2. Orçamento. 3. Construção
 civil. 4. Cronograma Integrado de Gantt-
 PERT/CPM. I. Sousa Junior, Almir Mariano de,
 orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

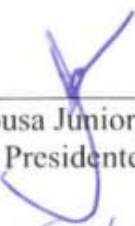
MESSIAS FERNANDES NETO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO PERT/CPM AO GERENCIAMENTO DO TEMPO DE
PEQUENAS OBRAS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN: UM ESTUDO
MULTICASO COMPARATIVO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar Pau dos Ferros, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: **22/05/2017**.

BANCA EXAMINADORA



Almir Mariano de Sousa Junior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Jennef Carlos Tavares, Prof. Bel. (UFERSA)
Membro Examinador



Jairo César de Queiroz, Engenheiro Civil, Bel. (UNP)
Membro Examinador

A **Deus**, pois sem ele nada disso seria possível.

A **João Wanderley Fernandes** (*In memoriam*), que foi meu tio, meu amigo, minha inspiração. Exemplo de pessoa batalhadora e alegre, que para sempre ficará guardado no meu coração.

A **Francisco Ailton Fernandes**, meu pai, a pessoa mais incrível que conheço neste mundo. Minha base, minha fortaleza, meu orgulho, meu melhor amigo, meu irmão. Desejo um dia ser ao menos a metade do homem que o senhor é. A **Maria Irismar de Almeida Fernandes**, minha mãe, por ter me dado a vida, cuidado de mim, me educado.

A **Almir Mariano de Sousa Junior**, meu orientador, meu amigo. Agradeço a confiança, as oportunidades, as reclamações, as cobranças, a paciência e a ajuda para concluir este trabalho. Sem você isto não seria possível.

A **Jairo César de Queiroz e Jailson Halyson de Queiroz**, meus amigos, que me permitiram vivenciar diretamente o dia-a-dia da Construção Civil. Agradeço por todo o conhecimento e valores adquiridos durante todo este período. Foi um privilégio poder trabalhar com vocês.

A **Messias Fernandes e Francisca Fernandes**, meus avós paternos, que também são meus pais. Sou grato a Deus por ter vocês em minha vida.

A **Maria Gorete Fernandes**, minha tia, minha primeira professora, quem me ensinou a ler, a escrever, com paciência e dedicação, o meu muito obrigado.

A **José Hilton Fernandes, Francisco Fernandes**, meus tios paternos. Obrigado pelo apoio e incentivo. Agradeço também à **Damiana Oliveira**, a qual tenho grande admiração, e que também é minha tia.

A **Wygna Wenne**, minha namorada, obrigado pela paciência, pela força, dedicação e compreensão em todos os momentos.

A **José Iran Pinto**, meu padrinho, exemplo de pessoa. Homem íntegro, que admiro e respeito.

A **Luan Handal e Luana Oliveira**, meus primos, meus irmãos. Em breve serão vocês.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes em minha vida acadêmica e contribuíram significativamente para o meu desenvolvimento pessoal. Em especial ao professor **Leonardo Costa**. Destaco os professores **Almir Mariano, Leonardo Henrique, Adlla Kellen, Marília Santiago, Alisson Gadelha, Daniel Jales, Paulo Henrique, Eduardo Dias, Wesley Oliveira, Adelson Lima, Matheus Fernandes, Rogério de Jesus, Ernandes Costa, José Flávio, Clawsio Sousa, Sanderlir Dias, Shirlene Carmo, Wagner Cavalcante, Diego Farias, Bruno Fontes, Ricardo Melo, Josenildo Galdino, Emanuel Freitas, Marteson Cristiano, Clécida Bessa, Armistrong Martins e Alexandro Pereira Lima**.

A todos os servidores técnicos e funcionários terceirizados mantiveram a infraestrutura do campus de modo que proporcionasse aos alunos e professores um ambiente adequado para a difusão do conhecimento científico. Aqui destaco **Hortência Pessoa, Tony Erick, Julius Victorius, Jucione Silva, Lucas Valente, Odivaldo, Tharles, Lindojonson Nunes, Lucimar, Charliane Fernandes, Patrícia Nascimento, Clenilda Damacena, Fco Júnior, Luciene, Cosme Soares, Graça Aquino, Júlio César, Leandro Misael, Cleanton, Fco Domingos, Mariano José e todos os demais**.

Aos meus amigos, em especial **Arthur Lima, Heitor Fernandes, Marcos André, Ricardo Victor, Bruno Vaz, Marcelo Augusto, Mariano Paiva, Carlos Junior, Augusto César, Lucas Ramos, Canindé Junior, Lucas Pessoa, Lindolfo Teófilo, Yan Alencar, Tércio Murillo, Herik Roberto, Ricardo Jefferson, Jefferson Rego, Ivan Jataí, Yago Rocha, Pablo Ramos, Matheus Alves, Rogian Matheus, Moises Mendes, Rodolpho Maia e Luiz Paulo**. Bons momentos de nada valem se não houver com quem compartilhá-los.

A **Família UFERSA**, e aqui me refiro a todos os meus amigos desde o início da graduação, que de alguma forma contribuíram para formar a pessoa que hoje sou. São tantos que este espaço não seria suficiente para falar em cada um.

A **todos os membros da minha família e amigos** que de alguma forma estiveram perto de mim e contribuíram para a realização deste sonho, desde palavras de incentivo até grandes ações, o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente **a Deus**, que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos **meus pais**, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos **meus avós paternos**, que auxiliaram em minha educação e muito contribuíram para a realização deste momento.

Ao meu orientador, mentor, professor e amigo **Dr. Almir Mariano de Sousa Junior**, pela confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Você serve de referencial em todas as minhas decisões.

A **Jairo César de Queiroz e Jailson Halysen de Queiroz**, por me abrirem as portas quando precisei e me proporcionarem tamanho aprendizado.

Aos **meus tios** paternos e primos pela contribuição valiosa.

A **UFERSA**, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a realização deste sonho. Agradeço a todos os professores pelo aprendizado proporcionado. A verdadeira caminhada começa agora, mas graças a vocês sei qual caminho devo seguir.

Meus agradecimentos aos **meus amigos, companheiros** de trabalhos e **irmãos** que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com toda certeza.

A **todos** que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, que ficaram felizes por mim a cada conquista, que ficaram preocupados quando eu estava preocupado, o meu muito obrigado.

*O sucesso é a soma de pequenos esforços,
repetidos diariamente.
(Robert Collier)*

RESUMO

O planejamento e o orçamento de projetos são dois elementos intimamente relacionados, sendo que modificações em um deles impactará o outro. O orçamento de uma obra ou outro serviço/produto é o resultado final do processo de orçamentação, e consiste no cálculo dos custos envolvidos em sua execução. Estes custos dependem da quantidade de mão-de-obra, material e equipamentos necessários para garantir a conclusão das atividades. Já o planejamento consiste em um conjunto de ações que fornece a programação de execução do empreendimento, e, depende diretamente dos quantitativos obtidos com base no projeto executivo. Fica evidente, deste modo, a relação de interdependência entre eles. A ausência do emprego de ferramentas de planejamento e de gestão configura-se como um grande obstáculo para o alcance do êxito em projetos, principalmente na indústria da construção civil, que é um setor de grande relevância econômica e gera elevada quantidade de empregos formais e informais, envolvendo um grande número de variáveis. O objetivo do desenvolvimento deste trabalho foi contribuir para a implementação de melhorias do planejamento e gerenciamento de obras de pequenas edificações residenciais no município de Pau dos Ferros/RN, através da elaboração de um cronograma modelo que sirva de referência para as empresas e construtores locais, e desenvolver um estudo multicaso comparativo com dois empreendimentos reais, explicitando as principais diferenças e discorrendo sobre suas possíveis causas. O método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa foi a aplicação da metodologia PERT/CPM, principal ferramenta voltada para a construção de cronogramas e programações, com o auxílio do software MS-Project 2016. Como resultados, foi elaborado o Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM para o projeto executivo utilizado no estudo de caso, a partir do qual foi possível determinar a durações de cada grupo de serviços e, conseqüentemente, de todo o projeto. Prosseguindo, foram coletadas em campo as durações de cada tarefa para as obras reais acompanhadas, constatando uma divergência significativa. Concluiu-se que as diferenças se devem principalmente a desconformidade dos indicadores dos sistemas de referência em relação a realidade analisada, devido ao grande número de fatores que não são considerados em seus cálculos. Além disso, o incentivo a adoção contínua de práticas de redução de desperdícios e organização do canteiro de obras, em conjunto com as boas relações de trabalho entre os colaboradores e o empregador, se configuraram como outro elemento condicionante nos resultados finais.

Palavras-chave: Planejamento. Orçamento. Construção Civil. Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM.

ABSTRACT

Project planning and budgeting are two closely related elements, and modifications in one of them will impact the other. The budget of a work or other service/product is the end result of the budgeting process, and consists of the calculation of the costs involved in its execution. These costs depend on the amount of labor, material and equipment needed to ensure the completion of activities. Already the planning consists of a set of actions that provides the execution schedule of the enterprise, and, it depends directly on the quantitative obtained on the basis of the executive project. The relation of interdependence between them is thus evident. The absence of planning and management tools is a major obstacle to achieving success in projects, especially in the construction industry, which is a sector of great economic importance and generates large numbers of formal and informal jobs, Involving a large number of variables. The objective of the development of this work was to contribute to the implementation of improvements in the planning and management of works of small residential buildings in the municipality of Pau dos Ferros/RN, through the elaboration of a model schedule that serves as reference for local companies and constructors, and to develop a comparative multisystem study with two real projects, explaining the main differences and discussing their possible causes. The methodology used for the development of the research was the application of the PERT/CPM methodology, the main tool for the construction of schedules and schedules, with the help of MS-Project 2016 software. As results, the Integrated Schedule Gantt-PERT/CPM for the executive project used in the case study, from which it was possible to determine the durations of each group of services and, consequently, of the entire project. Afterwards, the durations of each task were collected in the field for the actual works accompanied, showing a significant divergence. It was concluded that the differences are mainly due to the nonconformity of the indicators of the reference systems in relation to the reality analyzed, due to the large number of factors that are not considered in their calculations. In addition, encouraging continuous adoption of waste reduction practices and organization of the construction site, together with the good working relationships between employees and the employer, have become another determining factor in the final results.

Keywords: Planning. Budget. Construction. Integrated Schedule Gantt-PERT/CPM.

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1.....	37
EQUAÇÃO 2.....	51
EQUAÇÃO 3.....	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CICLO PDCA.....	25
FIGURA 2 – TIPOS DE VÍNCULOS TÉRMINO-INÍCIO (TI).....	31
FIGURA 3 – TIPOS DE VÍNCULOS TÉRMINO-TÉRMINO (TT).....	31
FIGURA 4 – TIPOS DE VÍNCULOS INÍCIO-INÍCIO (II).....	32
FIGURA 5 – TIPOS DE VÍNCULOS INÍCIO-TÉRMINO (IT).....	32
FIGURA 6 – DIAGRAMA DE REDE PELO MÉTODO DAS FLECHAS.....	33
FIGURA 7 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO.....	35
FIGURA 8 – DIAGRAMA DE GANTT	36
FIGURA 9 – CRONOGRAMA INTEGRADO DE GANTT-PERT/CPM	36
FIGURA 10 – PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO MODELO	42
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DA OBRA 1	44
FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DA OBRA 2	46
FIGURA 13 – ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO PARA OBRA RESIDENCIAL.....	48
FIGURA 14 – PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	50
FIGURA 15 – DURAÇÃO DOS SERVIÇOS	56
FIGURA 16 – DURAÇÃO REAL DAS OBRAS ACOMPANHADAS	60
FIGURA 17 – COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS	64

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PARTICIPAÇÃO (%) DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO PIB NACIONAL.....	19
GRÁFICO 2 – ESTOQUE DE TRABALHADORES NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ROTEIRO DO PLANEJAMENTO.....	27
TABELA 2 – BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO	39
TABELA 3 – RESUMO DAS INFORMAÇÕES DA OBRA 1	45
TABELA 4 – RESUMO DAS INFORMAÇÕES DA OBRA 2	47
TABELA 5 – CONTROLE DE INÍCIO E TÉRMINO DE ATIVIDADES	49
TABELA 6 – COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DO SERVIÇO DE EMBASAMENTO COM PEDRA ARGAMASSADA.....	52
TABELA 7 – ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO SIMPLIFICADA.....	54
TABELA 8 – CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS	55
TABELA 9 – DEFINIÇÃO DE PRECEDÊNCIA ENTRE OS SERVIÇOS	57
TABELA 10 – DURAÇÃO DOS SERVIÇOS DA OBRA 1	61
TABELA 11 – DURAÇÃO DOS SERVIÇOS DA OBRA 2	62

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – QUANTITATIVOS.....	71
APÊNDICE 2 – ÍNDICES E DURAÇÕES PARA EQUIPE BÁSICA E EQUIPE ADOTADA	75
APÊNDICE 3 – TAREFAS CRÍTICAS	81
APÊNDICE 4 – DIAGRAMA DE REDE.....	85
APÊNDICE 5 – CAMINHO CRÍTICO E CRONOGRAMA INTEGRADO DE GANTT-PERT/CPM.....	99

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	103
ANEXO 2 – PLANTA DE SITUAÇÃO	104
ANEXO 3 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E EIXOS DE PAREDES 1.....	105
ANEXO 4 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E EIXOS DE PAREDES 2.....	106
ANEXO 5 – PLANTA BAIXA	107
ANEXO 6 – FACHADA FRONTAL.....	108
ANEXO 7 – FACHADA ANTERIOR	109
ANEXO 8 – CORTE AA	110
ANEXO 9 – CORTE BB.....	111
ANEXO 10 – PLANTA DE COBERTURA	112
ANEXO 11 – INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS (ÁGUA FRIA)	113
ANEXO 12 – DETALHES E LEGENDA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	114
ANEXO 13 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS.....	115
ANEXO 14 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DETALHES 1	116
ANEXO 15 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DETALHES 2	117
ANEXO 16 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	118
ANEXO 17 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DETALHES.....	119

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	21
3 OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4 JUSTIFICATIVA.....	23
5 REVISÃO TEÓRICA	23
5.1 CICLO PDCA	25
5.2 ROTEIRO DO PLANEJAMENTO.....	26
5.2.1 <i>Definição de escopo e elaboração de EAP</i>	<i>27</i>
5.2.2 <i>Definição das durações</i>	<i>29</i>
5.2.3 <i>Definição da precedência.....</i>	<i>30</i>
5.2.4 <i>Diagrama de rede.....</i>	<i>32</i>
5.2.5 <i>Identificação do caminho crítico</i>	<i>33</i>
5.2.6 <i>Elaboração do cronograma e cálculo das folgas</i>	<i>34</i>
5.2.6.1 <i>Diagrama de Gantt e Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM.....</i>	<i>35</i>
5.3 ABORDAGEM PROBABILÍSTICA	36
5.4 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	38
5.5 PROBLEMAS RELACIONADOS À INEFICIÊNCIA/AUSÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO	40
6 METODOLOGIA.....	41
6.1 MÉTODO PERT/CPM	42
6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS.....	43
6.2.1 <i>Obra 1 – Edificação residencial unifamiliar localizada no bairro João Catingueira.....</i>	<i>44</i>
6.2.2 <i>Obra 2 – Edificação residencial unifamiliar localizada no bairro Carvão</i>	<i>45</i>
6.3 ESTRUTURAÇÃO DA OBRA	47
6.4 COLETA DE DADOS	48

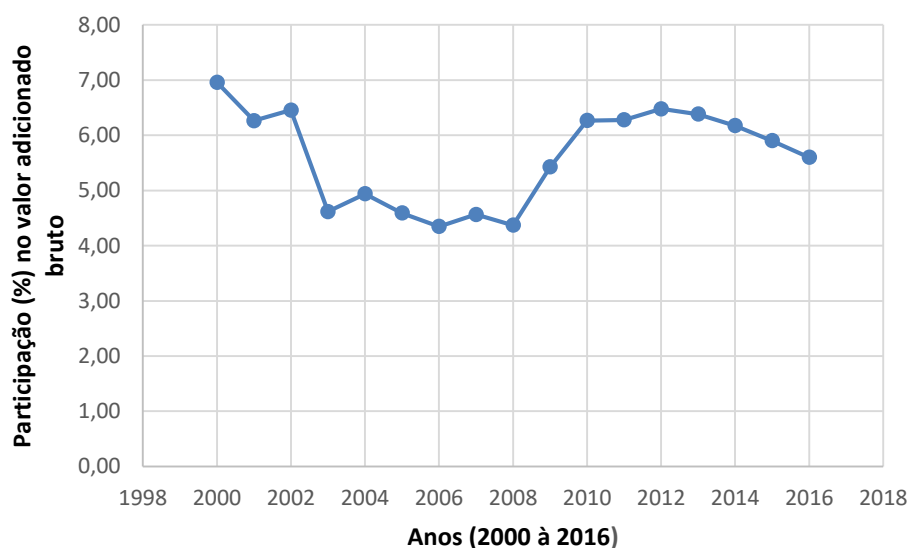
6.5 CÁLCULO DAS DURAÇÕES	50
6.6 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.....	52
7 RESULTADOS.....	53
7.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO E ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO	53
7.2 DETERMINAÇÃO DAS DURAÇÕES	54
7.3 DEFINIÇÃO DAS RELAÇÕES DE PRECEDÊNCIA.....	56
7.4 MONTAGEM DO DIAGRAMA DE REDE.....	57
7.5 DETERMINAÇÃO DO CAMINHO CRÍTICO E ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA FINAL.....	58
7.6 DURAÇÃO REAL DAS OBRAS ACOMPANHADAS.....	58
7.8 COMPARATIVO ENTRE OS EMPREENDIMENTOS REAIS E O MODELO TEÓRICO E ANÁLISE E SOLUÇÃO PARA OS PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	62
7.8.1 Comparativo entre os modelos	62
7.8.2 Análise e solução para os problemas existentes.....	64
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
9 REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das profissões mais antigas do mundo e está em constante evolução devido ao desenvolvimento de novas metodologias construtivas e práticas administrativas. Em contradição, a não adoção dos novos métodos e práticas conferem certo atraso ao setor (PIRES, 2014). De acordo com Palhota (2016), agrega um conjunto de elementos com grande importância para o desenvolvimento econômico e social brasileiro, influenciando diretamente na qualidade de vida da população e na infraestrutura econômica do país e, além disso, o setor apresenta intensa relação com outros segmentos industriais, já que necessita de vários insumos em seu processo produtivo.

Nesta mesma linha de pensamento, verifica-se que a construção civil é um dos principais setores industriais da economia nacional e é responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, correspondendo a 5,60% no ano de 2016 (PIRES, 2014). Além disso, absorve um número considerável de mão-de-obra, em sua maioria sem a devida qualificação. No Gráfico 1 pode ser observado a contribuição do setor para o PIB entre os anos 2000 a 2016.

Gráfico 1 – Participação (%) da Construção Civil no PIB nacional



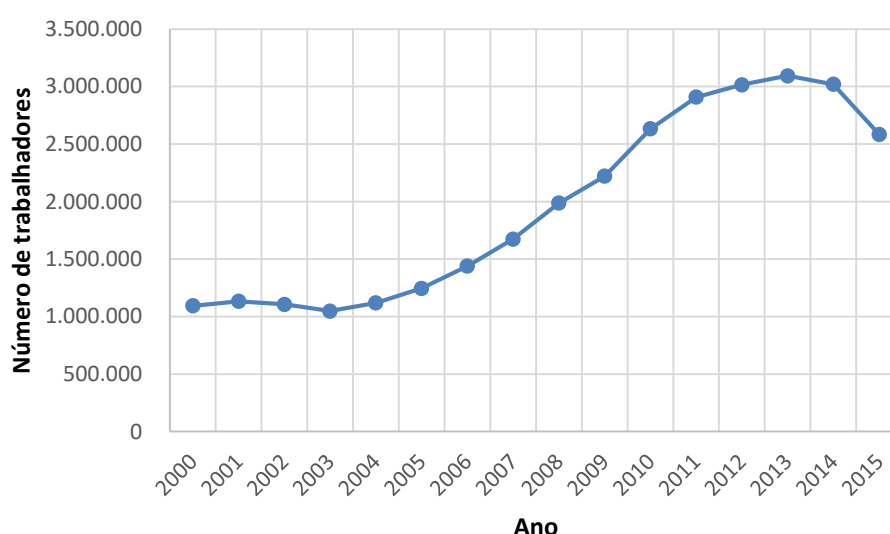
⁽¹⁾Elaborado pelo Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 2017.⁽¹⁾

Porém, nos últimos anos nota-se uma redução dos investimentos, comprovado com dados do IBGE (2016), onde é possível observar a redução de 20,6% em 2010 para 19,70%

em 2014, que acabaram por afetar todos os grandes setores da economia, que são: a indústria; os serviços e; a agropecuária. Em particular, a indústria da construção civil foi bastante impactada, havendo significativa redução de mão-de-obra formal como medida de contenção de gastos. No Gráfico 2 pode-se observar a variação do número de trabalhadores formais empregados pelo setor entre os anos de 2000 à 2015. Verifica-se um decréscimo a partir do ano de 2013, onde o número foi reduzido de pouco mais de 3,0 milhões para cerca de 2,5 milhões.

Gráfico 2 – Estoque de trabalhadores na Construção Civil



⁽¹⁾Elaborado pelo Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

Fonte: RAIS - Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), 2015.⁽¹⁾

Aliado ao aumento da exigência dos clientes nos produtos adquiridos e a falta de recursos financeiros, as empresas se viram obrigadas a procurar maneiras de reduzir os custos envolvidos nos processos. Dentre as opções de aumento da eficiência das atividades, pode-se citar: diminuição desperdícios (onde destaca-se a filosofia conhecida como Construção Enxuta), minimização dos custos e redução de prazos. Desta forma, o planejamento surge como uma ferramenta imprescindível para a garantia de sucesso de um empreendimento, principalmente em períodos economicamente instáveis, como afirma Mattos (2010). O ganho na eficiência é alcançado principalmente através do emprego de ferramentas de planejamento, controle e acompanhamento do empreendimento, permitindo a identificação de problemas e a análise da situação atual, a medição e elaboração de indicadores e o fornecimento do subsídio necessário para a tomada da decisão mais adequada para cada problema encontrado,

investimento em qualificação da mão-de-obra, entre outros. Os atrasos na entrega de produtos/serviço são regra, quando deveriam ser exceção, principalmente em obras de pequeno porte.

Neste contexto, o gerenciamento do tempo constitui-se como instrumento de planejamento e controle que possibilita melhorias significativas, além de gerar maior credibilidade para a empresa/profissional autônomo no cumprimento dos prazos estabelecidos. Dentre as ferramentas de gestão do tempo pode-se citar o cronograma físico e financeiro, o diagrama de Gantt e as redes PERT/CPM, que facilitam e simplificam a visualização e entendimento do processo devido aos recursos gráficos utilizados.

2 PROBLEMATIZAÇÃO

O problema principal abordado neste trabalho é a não utilização de mecanismos de planejamento e gerenciamento aplicados a obras residenciais de pequeno porte no município de Pau dos Ferros/RN. O problema se inicia durante a fase de planejamento, uma das mais importantes para qualquer projeto, que é quase inexistente. Em algumas situações as obras têm início sem a total definição do projeto executivo.

O gerenciamento do tempo é outro sério problema existente na grande maioria das pequenas obras. Não são definidas datas para entrega dos produtos adquiridos, então estipulam-se prazos maiores do que o necessário, em virtude da experiência dos profissionais, que adquiriram uma noção de duração devido a repetição de serviços. Então, fica garantido a entrega do empreendimento no intervalo de tempo estabelecido.

Também não se observa o uso frequente de ferramentas de acompanhamento, de modo a construir parâmetros que indiquem o andamento da obra e auxiliem na tomada de decisão. Pelo fato das obras residenciais serem de pequeno porte os elementos que serão geridos são em escalas menores, facilitando o processo. Porém, deve-se procurar a implementação de melhorias de forma contínua.

Além disso, ocorre a ausência de padronização nos serviços, ocasionando variabilidade dos produtos. Durante a construção de duas edificações residenciais iguais, fazendo-se utilização da mesma metodologia construtiva, existe a possibilidade de um mesmo serviço ser executado de maneira distinta, através de inversão de etapas ou salto de uma etapa para outra, caso não haja ferramentas que indiquem o procedimento correto e auxiliem na padronização

das tarefas. Dentre as ferramentas de padronização de processos, pode-se citar o fluxograma, que contribui para a melhoria da gestão da qualidade.

3 OBJETIVOS

Os objetivos constituem a finalidade de um trabalho científico, ou seja, sua definição conduzem o prosseguimento da pesquisa, facilitam a determinação da metodologia, relevância do trabalho, problemática, entre outros elementos. É a meta que se pretende atingir com a sua elaboração. São eles que indiciam o que o pesquisador deseja fazer. É o ponto indicador que auxilia na tomada de decisões para realização do trabalho.

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para o melhoramento do planejamento e gerenciamento de obras residenciais de pequeno porte no município de Pau dos Ferros/RN e em seu entorno, que em geral seguem procedimentos construtivos semelhantes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, têm o intuito de caracterizar as ferramentas de gestão do tempo utilizadas por pequenas empresas; elaborar um modelo de cronograma integrado de Gantt-PERT/CPM adequado a realidade local e aos empreendimentos analisados, objetivando a otimização do tempo; comparar o modelo elaborado com a realidade observada, elucidando os motivos das possíveis diferenças; analisar os principais problemas observados através da aplicação de ferramentas de controle da qualidade; propor soluções para os problemas encontrados.

4 JUSTIFICATIVA

Este trabalho visa auxiliar os profissionais da engenharia e construtores do município de Pau dos Ferros/RN, cujo foco de mercado é o da construção de edificações residenciais de pequeno porte que, em sua maioria, seguem padrões semelhantes, fornecendo-lhes uma ferramenta que auxilie no planejamento, gestão e controle de seu empreendimento, ocasionando redução de tempo, e consequentemente custos. Geralmente, os construtores de moradias populares utilizam os projetos parecidos, que já são elaborados considerando as faixas de financiamento dos bancos, efetuando pequenas alterações para diferentes clientes.

Além disso, visa contribuir para a realização de trabalhos futuros com abordagem análoga, visto a dificuldade na obtenção de produções que tratam a temática em estudo da mesma maneira que será observada nesta produção, contribuindo de forma significativa para a disseminação do conhecimento científico relacionado ao estudo do Planejamento e Gestão de Projetos aplicado à Construção Civil.

5 REVISÃO TEÓRICA

De acordo com o Guia PMBoK (2013), manual que agrega um conjunto de conhecimentos relacionados ao gerenciamento de projetos, o *“projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”*. Já Gray e Larson (2009, p. 5) definem projeto como *“um esforço único, complexo e não rotineiro limitado por tempo, orçamento, recursos e especificações de desempenho criadas de acordo com as necessidades do cliente”*. Então, é intrínseco ao projeto sua natureza temporária e, portanto, tem início e término que são definidos durante a fase de planejamento. Para que seja garantido o alcance do objetivo final deve-se garantir que haja um bom gerenciamento, através da aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas específicas. Desta forma, podemos destacar algumas características dos projetos: um objetivo estabelecido; um período de validade definido, com início e fim; o envolvimento de diversos departamentos e profissionais; a elaboração de algo nunca antes realizado, e; tempo, custos e requerimentos de desempenho específicos.

Todo e qualquer projeto possui um ciclo de vida, que, de acordo com Souto (2011) é o período compreendido entre o surgimento e o encerramento, caracterizado pela entrega do

produto final desenvolvido. Em outras palavras, o ciclo de vida pode ser entendido como a divisão do projeto em fases, com o intuito de obter melhor controle gerencial.

Geralmente, é dividido em quatro etapas, que são: concepção e viabilidade, planejamento, execução e finalização ou conclusão (MATTOS, 2010). Porém, é possível estabelecer as fases do ciclo de vida de acordo com as peculiaridades inerentes a cada projeto (SOUTO, 2011). Na etapa de concepção e viabilidade é definido o escopo, realizada uma estimativa de custos, elaborados os anteprojetos e projeto básico e desenvolvidos estudos de viabilidade do empreendimento, entre outros serviços. A etapa de planejamento inclui basicamente a elaboração do projeto executivo, do cronograma, do orçamento analítico, análise dos recursos e formação das equipes. A terceira etapa, que trata da execução, consiste no processo de transformação dos insumos no produto final. Por fim, a fase de finalização compreende a inspeção final, resolução de pendências, transferência de responsabilidades e a entrega do produto.

De acordo com Mattos (2010, p. 17), a etapa de:

planejamento da obra é um dos principais aspectos do gerenciamento, conjunto de amplo espectro, que envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações, etc. Ao planejar, o gerente dota a obra de uma ferramenta importante para priorizar suas ações, acompanhar o andamento dos serviços, comparar o estágio da obra com linha de base referencial e tomar providências em tempo hábil quando algum desvio é detectado.

Ainda segundo o mesmo autor, falhas no planejamento e no controle estão entre os principais motivos da baixa produtividade do setor, de seus desperdícios elevados e da baixa qualidade observada em seus produtos. Nas pequenas construções, onde a mão de obra é reduzida, composta basicamente por três ou quatro pessoas, verifica-se que a condução se dá principalmente pelo mestre de obras, que alerta o profissional da engenharia quando necessita de algo para dar continuidade aos serviços. Não é raro a paralisação de atividades em decorrência da falta de materiais/ferramentas para sua execução, sendo necessário o redirecionamento de mão-de-obra para outras tarefas.

Neste mesmo sentido, em obras residenciais de pequeno porte, onde os projetos possuem certa semelhança e o grau de complexidade é relativamente pequeno, o engenheiro atua principalmente fiscalizando, isto é, verificando se as atividades estão sendo executadas corretamente. Como afirma Souto (2011), o grau de complexidade do empreendimento é determinado por alguns fatores, dentre os quais pode-se destacar: o número de atividades e áreas envolvidas, a quantidade de colaboradores alocados, número de partes interessadas

(entidades e organizações), riscos e segurança, entre outros. É importante ressaltar também que, como os profissionais trabalham de forma autônoma e geralmente estão envolvidos em um grande número de tarefas diariamente, torna-se difícil a aplicação das ferramentas de gestão disponíveis.

5.1 CICLO PDCA

O ciclo PDCA é uma metodologia de melhoria contínua de processos, sendo desenvolvida inicialmente por Walter Shewart na década de 1920. Porém, ganhou maior destaque com William Edwards Deming a partir de 1950. A sua filosofia prega que todo o processo deve ter um controle permanente que permita a aferição do desempenho dos meios empregados e promova uma alteração de procedimentos de tal modo que seja fácil alcançar as metas desejadas.

Na Figura 1 pode-se observar o ciclo PCDA e suas diversas subdivisões.

Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: adaptado de MATTOS (2010)

O ciclo deixa evidente a relação existente entre planejamento, controle e a tomada de ações preventivas ou corretivas. Deve haver um monitoramento das atividades, comparar os

resultados reais com os inicialmente previstos. “*Em virtude da grande quantidade de variáveis envolvidas, como mão-de-obra, suprimento, intempéries, interferências, retrabalho e perdas periódicas de produtividade, o ciclo PDCA encaixa-se perfeitamente no mundo da construção civil*” (MATTOS, 2010, p. 38).

A etapa de planejamento (P-Plan) é o primeiro elemento do ciclo, dividida em três subcategorias que compreendem o estudo dos projetos, a definição da metodologia e a elaboração do cronograma e programações. Já a etapa de execução (D-Do) é a colocação do planejamento em prática, é a retirada do projeto do papel.

A terceira etapa do ciclo é o controle (C-Check), que é a aferição em campo do que foi realizado e a sua comparação com o que estava previsto para aquele período considerado. Aqui são verificadas as diferenças relativas à prazo, custo e qualidade. É nesta etapa que ocorre o monitoramento do projeto. A aferição é efetuada a partir de dados coletados em campo que representam as quantidades de cada serviço que fora realizado. Após aferir o que foi efetivamente realizado, é preciso compará-lo com o que estava previsto no planejamento. Trata-se de um processo vital para o construtor, porque é nesta etapa que se detectam os desvios e são avaliados os impactos por eles ocasionados. Por fim, a última etapa do ciclo é a ação (A-Act). Após análise dos dados coletados e processados na etapa de controle, são propostas ações preventivas e corretivas para corrigir as desconformidades e aproximar o projeto do planejamento inicialmente previsto.

5.2 ROTEIRO DO PLANEJAMENTO

O planejamento pode ser organizado em etapas, perfazendo um roteiro que se seguido tende a garantir um resultado satisfatório. Na Tabela 1 a seguir pode ser observado a sequência do roteiro do planejamento composta por seis etapas, estabelecida por Mattos (2010).

Tabela 1 – Roteiro do planejamento

ETAPA	DESCRIÇÃO
1	Definição do escopo e elaboração da EAP
2	Cálculo das durações
3	Definição da precedência
4	Montagem do diagrama de rede
5	Identificação do caminho crítico
6	Elaboração do cronograma e cálculo das folgas

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010)

5.2.1 Definição de escopo e elaboração de EAP

O passo inicial para a elaboração de um planejamento é definir o escopo do projeto, que constitui o objetivo final que se deseja alcançar, ou seja, é o motivo pelo qual o projeto será realizado. De acordo com Mattos (2010, p. 57) “*dá-se o nome de escopo ao conjunto de componentes que perfazem o produto e os resultados esperados do projeto. Em outras palavras, é a abrangência, o alcance do projeto como um todo*”. Já para Souto (2011), antes de tudo deve-se delimitar o escopo do produto, que consiste na especificação técnica que detalha o conjunto de funcionalidades e o desempenho esperado do que será entregue ao cliente, para que posteriormente possa ser definido o escopo do projeto, que é o entendimento dos objetivos a serem alcançados.

Depois de definido o escopo, a próxima etapa é a identificação das atividades que farão parte do cronograma e serão necessárias para a sua concretização. Envolve grande atenção para que nenhum serviço deixe de ser considerado, o que pode ocasionar problemas futuros durante a execução.

A identificação das atividades é realizada por meio da elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que é a decomposição do escopo em pacotes de trabalho reduzidos e mais fáceis de controlar. É uma estrutura hierárquica, portanto, em níveis e tem a vantagem de organizar o processo de desdobramento do trabalho, permitindo fácil checagem e correção de atividades. De acordo com Souto (2011), a EAP pode ser subdividida até quando não for mais possível ou ao se atingir níveis adequados para a estimativa de prazos e custos.

subdivide o trabalho do projeto em partes menores que podem ser gerenciadas com maior facilidade e, como tal, ela apresenta os produtos finais que serão entregues ao cliente, assim como os subprodutos intermediários; fornece uma ilustração detalhada do escopo do projeto; dá origem ao cronograma e permite monitorar o progresso; (SOUTO, 2011, p. 35)

Existem três métodos de identificação de atividades: estrutura analítica; estrutura em árvore e; mapa mental. A estrutura analítica é a que é utilizada pelos programas computacionais de planejamento e consiste na listagem dos serviços em uma planilha na ordem de execução com definição dos serviços principais e secundários. A estrutura em árvore é semelhante a um organograma, explicitando as relações de hierarquia das atividades. Por fim, o último método para definição da EAP é o mapa mental, que consiste em inserir no centro de um papel o escopo do empreendimento e traçar linhas de forma radial, representando os serviços (MATTOS, 2010).

É importante ressaltar que uma rede muito detalhada pode dificultar o controle, já que terá como resultado um planejamento poluído com demasiadas informações. Porém, em redes muito simplificadas há o risco da não consideração de elementos relevantes do processo. Geralmente, o ideal é a construção de programações, que contém somente as atividades que deverão ser executadas em um período específico. Em outras palavras, funciona como um recorte ou filtro do cronograma final.

Existem três tipos de programações, que são: de longo, de médio e de curto prazo, cada um destinado a um setor diferente da empresa responsável pela construção. A programação de longo prazo possui função principal de auxiliar a gerência na tomada das decisões, sendo o nível inicial de detalhamento do planejamento, objetivando uma visão geral das etapas da obra, e, portanto, contendo poucas informações e permitindo a visualização global do projeto. A programação de médio prazo é voltada principalmente para o setor de compras das empresas, já que possui um nível de detalhes maior que a de longo prazo, permitindo identificar o início dos serviços e indicando a melhor data para a aquisição de materiais e ferramentas com antecedência. Por fim, a programação de curto prazo é a que possui o maior nível de detalhamento, sendo utilizada para coordenar as equipes responsáveis pela execução dos serviços, contendo as datas de início e término de cada tarefa e quem deve realizá-las (MATTOS, 2010).

5.2.2 Definição das durações

Identificadas as tarefas que irão compor o cronograma, a próxima etapa é a definição de suas respectivas durações. Toda atividade possui uma duração associada a ela, que representa a quantidade de tempo despendido para sua execução (MATTOS, 2010). Há serviços que têm duração fixa, isto é, a sua duração independe da quantidade de recursos humanos e equipamentos alocados no canteiro de obras, e serviços que possuem duração variável, ou seja, sua conclusão é função da quantidade de recursos disponíveis. Para este último, deve-se ainda considerar duas situações: a primeira delas é quando se têm limitação de recursos e a duração é calculada em função da mão-de-obra e/ou equipamentos disponíveis. A segunda situação é quando se tem limitação de tempo. Neste caso, a equipe necessária é calculada para se concluir o serviço no período pré-determinado. Porém, é importante saber que a duração é sempre uma estimativa e por isso há uma margem de erro a ela associada, já que vários são os fatores que podem vir a influenciar na execução de um trabalho. De acordo com Gray & Larson (2009) existem algumas diretrizes básicas para a estimativa de tempos, dentre as quais: recorrer a profissionais familiarizados com o serviço; fazer uso de várias pessoas para obter a estimativa; considerar condições normais para o período de execução; definir uma unidade de tempo condizente com a tarefa (para a construção civil a unidade mais usual é o dia) e; considerar os riscos envolvidos.

Para o cálculo das durações, um dos fatores de maior relevância é o levantamento dos quantitativos de serviços, feito a partir do projeto executivo. Para calcular a duração de uma atividade é considerada uma equipe básica, que é a mínima necessária para executar determinado serviço. Posteriormente, é realizada consulta a índices de utilização de recursos, que representam a quantidade de insumos necessários para a obtenção de uma unidade de trabalho a ser executado e podem ser encontrados em sistemas de referências de composições para orçamentos (MATTOS, 2010). Como exemplos mais significativos temos o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices para a Construção Civil (SINAPI), Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e o Sistema de Custos Rodoviários (SICRO). Os índices de consumo ou utilização são calculados a partir da expressão da Razão Unitária de Produção (RUP).

Deve-se considerar também os fatores que podem afetar a duração, tais como a experiência da equipe, o grau de conhecimento do serviço e o apoio logístico (MATTOS, 2010). Isto quer dizer que, ao se utilizar os índices das composições deve-se considerar fatores

internos (relacionados com a execução) e externos (gerenciais) de interferências. Além disso, é interessante que cada empresa elabora seus próprios indicadores, efetuando aferições e documentação de suas atividades. A principal vantagem é que os resultados obtidos representarão com maior fidelidade a realidade local de cada empresa.

5.2.3 Definição da precedência

A precedência consiste na sequenciação das atividades. É a definição da relação de dependência que se estabelece entre os diversos serviços da EAP. Nesta etapa, ocorre a organização de forma lógica, coerente e exequível, baseado na metodologia construtiva adotada para a obra.

Denomina-se predecessoras atividades que devem ser concluídas para que outras possam iniciar, isto é, são as que precedem ou antecedem o serviço que está sendo analisado (FAGUNDES, 2013). Já as sucessoras são serviços que podem ser iniciados imediatamente após o término do atual. Em outras palavras, a primeira se refere ao que vem antes, enquanto que a segunda ao que vem depois. Partindo de tais definições, conclui-se que nem toda atividade possui predecessora, que é o caso do primeiro serviço de qualquer projeto, e, que nem toda tarefa tem sucessora, que é o caso da última atividade de qualquer empreendimento.

Para Martins (2005, p. 420), a definição da precedência permite

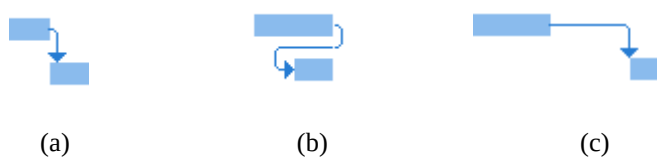
identificar a lógica de sequência que existe entre as atividades e verificar quais são as que, lógica e independentemente do nível de recursos existentes, dependem de outra ou de outras, e atividades que não apresentam dependência entre si.

Após a determinação da sequência lógica de execução, pode-se estabelecer quatro tipos de vinculações ou ligações entre os serviços, que são: Término-Início (TI), Término-Término (TT), Início-Início (II) e Início-Término (IT). Inicialmente, definiu-se a ordenação, isto é, o que deve vir antes de quê (MATTOS, 2010). Agora, deve-se definir também como é o mecanismo de ligação entre uma atividade e sua predecessora.

O primeiro tipo de vinculação (e também o mais comum ou o mais genérico) é o Término-Início (TI), que estabelece que uma atividade só pode ser iniciada quando sua predecessora houver sido concluída (Figura 2a). É importante ressaltar que algumas atividades podem ter seu início antes ou depois do término de sua predecessora (GRAY & LARSON, 2009). A esse período (de adiantamento ou retardamento) dá-se o nome de latência ou atraso. Para compreender melhor a latência, pode-se utilizar como exemplo o serviço de chapisco em

uma construção. Não é necessário que os painéis de alvenaria estejam totalmente concluídos para que o chapisco possa ser iniciado. Neste caso, há uma sobreposição de trabalhos, que determina a latência negativa (Figura 2b). Outro exemplo comum é o da retirada de escoras de laje concretada, que deve respeitar o período de 28 dias de cura do concreto para que sejam retiradas, deixando um período entre os serviços, o que é denominado de latência positiva (Figura 2c).

Figura 2 – Tipos de vínculos Término-Início (TI)



Fonte: Autor (2017)

O segundo tipo de ligação bastante usual é o Término-Término (TT) que indica que duas atividades devem terminar juntas, como pode ser observado na Figura 3. Neste caso, ao impor a simultaneidade de conclusão, verifica-se dependência entre os serviços, podendo ocorrer também a existência de intervalos de latência (positiva ou negativa).

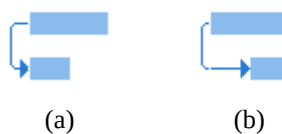
Figura 3 – Tipos de vínculos Término-Término (TT)



Fonte: Autor (2017)

O terceiro tipo de vinculação é o Início-Início (II). Neste caso, as atividades iniciam juntas. Assim, conclui-se que este tipo de ligação implica em atividades independentes entre si, isto é, elas têm como predecessora um serviço comum ou que você pode executar parte de uma atividade e iniciar a seguinte antes de terminar a primeira (GRAY & LARSON, 2009). Na Figura 4a (sem atraso) e Figura 4b (com atraso positivo) podem ser observadas o vínculo Início-Início (II).

Figura 4 – Tipos de vínculos Início-Início (II)



Fonte: Autor (2017)

Por fim, tem-se a ligação Início-Término (IT), que é a menos usual de todas, e determina que uma atividade deve iniciar para que outra termine. De acordo com Mattos (2010), seu emprego se dá principalmente quando há aluguel de equipamentos ou máquinas temporariamente, desempenhando um serviço que será executado por uma instalação permanente que ainda está em processo de construção. Assim, o início do funcionamento do sistema em construção determina o término do uso de máquinas/equipamentos alugadas. Na Figura 5a (sem latência) e Figura 5b (latência positiva) pode ser observado o vínculo Início-Término (IT).

Figura 5 – Tipos de vínculos Início-Término (IT)



Fonte: Autor (2017)

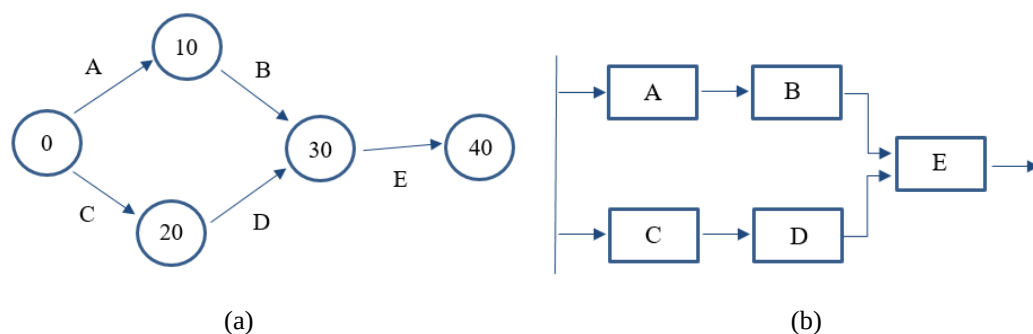
5.2.4 Diagrama de rede

De acordo com Lélis (2011), o diagrama de rede é uma maneira simplificada de representação gráfica dos inter-relacionamentos entre as atividades, permitindo uma visão ampla e global dos processos. O diagrama de rede consiste na representação gráfica dos três passos do roteiro do planejamento abordados, sendo o conjunto de atividades amarradas entre si, obedecendo a lógica de execução. O que ocorre é a partir desta etapa é a inserção das informações obtidas anteriormente em um elemento gráfico, levando em consideração a relação de precedência existente entre os serviços, permitindo visualização e entendimento do processo de forma mais clara, exibindo o fluxo das atividades.

Existem duas formas de elaboração de diagramas de rede, a primeira é o método das flechas, enquanto que a segunda conhecida como o método dos blocos. No método das flechas cada atividade é representada pela flecha que une dois eventos, que são os círculos que

determinam os inícios e fim de cada tarefa, como pode ser identificado na Figura 6a. Já no método dos blocos, identificado na Figura 6b, as atividades são representadas por figuras geométricas retangulares, onde podem ser inseridas diversas informações a respeito do serviço, tais como: identificação, duração, predecessora e as folgas, configurando-se como um método mais completo e de melhor interpretação. O início e fim do projeto são representados por barras dispostas verticalmente, de onde partem e para onde concorrem todo o fluxo de atividades.

Figura 6 – Diagrama de rede pelo método das flechas



Fonte: Autor (2017)

5.2.5 Identificação do caminho crítico

O caminho crítico é definido como sendo o conjunto de atividades cujas durações somadas conferem ao projeto a maior duração total. Como implicação direta, qualquer alteração (adiantamento ou atraso) nas atividades que fazem parte do caminho crítico e são também tidas como críticas ocasionarão impactos no projeto como um todo. É importante ressaltar que não necessariamente uma atividade que possua a maior duração faça parte do caminho crítico, a depender de sua vinculação com as suas sucessoras.

De acordo com Mattos (2010, p. 51) “a sequência de atividades que produz o tempo mais longo é aquela que define o prazo total do projeto. A essas atividades dá-se o nome de atividades críticas e o caminho que as une constitui o caminho crítico [...]”. A principal vantagem da identificação do caminho crítico é a mobilização de esforços para as ações certas.

Como se depreende da própria definição, o aumento de uma unidade de tempo em uma atividade crítica é transmitido ao prazo do projeto, motivo pelo qual as atividades críticas não

devem atrasar. Por outro lado, o ganho de tempo em uma atividade crítica reduz o prazo total do projeto. Identificar o caminho crítico e monitorar suas atividades componentes é uma das principais tarefas do planejador e da equipe gestora da obra. O caminho crítico é produto da metodologia CPM, cujo pensamento central afirma que não é necessário adiantar todas as tarefas para se reduzir o prazo total de um projeto e sim adiantar as atividades certas. Em outras palavras, focar no que é mais importante.

5.2.6 Elaboração do cronograma e cálculo das folgas

O cronograma é o resultado final obtido com o planejamento. É um elemento visual, representado sob a forma de diagrama de barras, mais conhecido como gráfico de Gantt em homenagem ao seu criador. Consiste na disposição das atividades em uma coluna e as durações são representadas através do uso de barras horizontais na escala de tempo estabelecida (MATTOS, 2010). Enquanto um mero atraso em uma atividade crítica serve para prolongar a duração de um projeto, o mesmo não se dá para as atividades não críticas, pois estas têm mais tempo disponível para sua execução do que sua própria duração, o que denomina-se de folga. A folga é o período de tempo que uma atividade não crítica pode atrasar sem que interfira na duração total do projeto. Se uma atividade não crítica atrasar mais do que o seu período de folga, ela impactará todo o projeto e, portanto, passará a integrar o caminho crítico. É importante destacar que as atividades críticas não possuem folga, portanto, não devem sofrer atrasos.

Existem alguns tipos de cronogramas bastante conhecidos, que são o cronograma físico e o cronograma financeiro, que são variações e implementações do diagrama de Gantt (MATTOS, 2010). Gray & Larson (2009) afirmam que, a partir da EAP e do planejamento de recursos é possível criar uma linha de base de custo distribuída no tempo.

Na Figura 7 pode ser observado um modelo de cronograma físico-financeiro, que relaciona as atividades, o período de execução e o capital financeiro necessário em cada período. Nas duas colunas iniciais pode-se identificar a classificação e sequenciação dos serviços. Já na terceira coluna tem-se o valor total de cada atividade, que é retirado do orçamento. Por fim, na quarta coluna é possível visualizar como ocorre a utilização do recurso financeiro ao longo do tempo, de acordo com a estimativa de duração de cada tarefa, dotando o planejador de uma ferramenta que o auxilie no controle financeiro e de desembolso do projeto. O cronograma permite a visualização das folgas das atividades não críticas,

permitindo que o profissional do planejamento identifique a sua flexibilidade, lhe dando possibilidade de prover soluções alternativas.

Figura 7 – Cronograma Físico-Financeiro

ITEM	SERVIÇO	VALOR (R\$)	DATA						
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00						
2	INFRAESTRUTURA	R\$ 8.559,30	R\$ 8.559,30						
3	SUPERESTRUTURA	R\$ 14.206,08		R\$ 7.103,04	R\$ 7.103,04				
4	COBERTURA	R\$ 6.826,40				R\$ 6.826,40			
5	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 6.179,20				R\$ 6.179,20			
6	REVESTIMENTO DE PAREDES	R\$ 8.227,12				R\$ 4.113,56	R\$ 4.113,56		
7	FORRO	R\$ 1.485,70					R\$ 1.485,70		
8	PREPARAÇÃO DO PISO	R\$ 1.200,00					R\$ 1.200,00		
9	PISO CERÂMICO	R\$ 3.498,74					R\$ 3.498,74		
10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 2.962,00						R\$ 2.962,00	
11	ESQUADRIAS	R\$ 3.909,60						R\$ 3.909,60	
12	LOUÇAS E METAIS	R\$ 2.029,02						R\$ 2.029,02	
13	PINTURA	R\$ 2.841,79						R\$ 1.420,90	R\$ 1.420,90
14	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 500,00							R\$ 500,00
Σ			R\$ 10.059,30	R\$ 7.103,04	R\$ 7.103,04	R\$ 17.119,16	R\$ 10.298,00	R\$ 10.321,52	R\$ 1.920,90

Fonte: Autor (2017)

5.2.6.1 Diagrama de Gantt e Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM

A visualização das atividades com suas datas de início e fim pode ser conseguida com o uso do recurso gráfico chamado de diagrama de Gantt, identificado na Figura 8, assim batizado em homenagem ao engenheiro norte-americano Henry Gantt, que introduziu o diagrama de barras como ferramenta de controle de produção de atividades.

O diagrama de Gantt é um gráfico simples: à esquerda ficam localizadas as atividades e à direita, as suas respectivas barras desenhadas em uma escala de tempo. O comprimento da barra representa a duração da atividade, cujas datas de início e fim podem ser lidas na escala de tempo. Constitui uma importante ferramenta de controle porque é visualmente fácil de ser lido e apresenta de maneira simples e imediata a posição relativa das atividades ao longo do tempo (MATTOS, 2010).

Figura 8 – Diagrama de Gantt

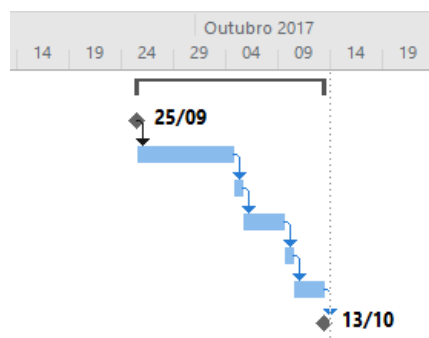


Fonte: Autor (2017)

O cronograma de barras, como originalmente concebido, têm a deficiência de não possibilitar a visualização da ligação entre as atividades, não levar em conta as folgas e não mostrar o caminho crítico. A fim de suprir essas limitações, planejadores criaram uma versão aprimorada do diagrama de Gantt, na qual introduziram dados tirados da rede PERT/CPM. A versão final recebe o nome de cronograma integrado Gantt-PERT/CPM.

Na Figura 9 pode ser observado o modelo do cronograma integrado Gantt-PERT/CPM, sendo possível visualizar o caminho crítico e a ligação entre as atividades.

Figura 9 – Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM



Fonte: Autor (2017)

5.3 ABORDAGEM PROBABILÍSTICA

Segundo Mattos (2010), a teoria do caminho crítico baseia-se em durações determinísticas, calculadas de forma imediata a partir do conhecimento dos índices. Porém, sabe-se que as durações são na verdade valores estimados e aproximados, visto que não se

obtem valores precisos de forma imediata. Mesmo que uma empresa disponha de um banco de dados de obras similares, é provável que haja uma margem de erro, visto a influência de fatores temporais e humanos. Como forma de resolver tal problema e minimizar a variabilidade foi desenvolvido o conceito de duração probabilística, que é a base sob a qual foi desenvolvida a metodologia PERT, isto é, com possibilidades de ocorrências de eventos. De acordo com Martins (2005), há a consideração de diferentes cenários, que são eles: otimista, pessimista e mais provável, simulando as várias situações que podem acontecer em um projeto, criando uma envoltória temporal.

De acordo com Gray & Larson (2009),

a simulação PERT presume uma distribuição estatística (faixa entre otimista e pessimista) para a duração de cada atividade [...] o resultado é a probabilidade relativa, ou índice de criticalidade, de uma atividade que está se tornando crítica considerando-se as possíveis diferentes durações das outras atividades do projeto. A simulação PERT também fornece uma lista de potenciais caminhos críticos e suas respectivas probabilidades de ocorrer.

O cenário otimista (O) de uma atividade é aquele que ocorre quando todas as condições para a sua realização forem ideais. Já o pessimista (P), considera o tempo que a atividade leva para ser concluída se tudo não ocorrer de acordo com o planejado, portanto, é o pior cenário possível. Por fim, considera também a duração mais provável (M) de cada atividade, que seria aquela que ocorreria mais frequentemente com um grande número de repetições. Ela é fundamentada na experiência, ou em registros de projetos passado, e atribuída de acordo com a qualidade da equipe, o conhecimento do serviço, as condições de suprimento, o grau de supervisão, as condições de acesso, entre outros fatores. As durações otimista e pessimista podem ser obtidas através da criação de um banco de dados da empresa, registrando as datas de início e término dos serviços e também as condições durante a execução, o que lhe permitirá analisar desconformidades no processo (MATTOS, 2010).

Há, ainda, uma duração denominada de esperada ou média (E), que consiste em uma média ponderada das durações obtidas nos cenários otimista, pessimista e mais provável, onde são utilizados coeficientes estatísticos para estimar as probabilidades de ocorrência. Martins (2005), afirma que essa aproximação é proveniente da hipótese de que sua duração não é fixa. Ela pode ser obtida a partir da Equação 1, que pode ser encontrada em Martins (2005, p. 421):

$$E = \frac{O + 4M + P}{6}$$

Equação 1

5.4 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Resende (2013, p. 27), o planejamento é uma função de apoio à coordenação de várias atividades de acordo com os planos de execução, de modo que os programas pré-estabelecidos possam ser atendidos com economia e eficiência. Dessa maneira, no planejamento fica definido o início e fim dos serviços, qual a atividade a ser executada, a metodologia construtiva adotada, os recursos utilizados, entre outros elementos.

De acordo com Mattos (2010, p. 23):

O planejamento e o controle permitem uma visão real da obra, servindo de base confiável para decisões gerenciais, como: mobilização e desmobilização de equipamentos, redirecionamento de equipes, aceleração de serviços, introdução do turno da noite, aumento da equipe, alteração de métodos construtivos, terceirização de serviços, substituição de equipes pouco produtivas, etc.

Desse modo, o profissional do planejamento é aquele que está envolvido em todos os estágios do empreendimento e cujo produto de seu serviço é entregue ao longo de toda a sua duração. É necessário o estudo detalhado de todos os projetos e o conhecimento de seus detalhes, mesmo que não seja ele o responsável pela sua elaboração. Com isso, permite a detecção de etapas que serão de difícil execução e controle, e, conseqüentemente merecerão maior atenção dos envolvidos. Além disso, analisa o modelo construtivo adotado e propõe soluções alternativas, identifica as produtividades consideradas no orçamento, coletadas a partir de sistemas de referência e distribui as equipes adequadamente, delegando responsabilidades. O sistema de referência mais utilizado é o do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), onde é possível encontrar as composições dos serviços e obter índices de uso de insumos. Existem outros sistemas, como o TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos) da Pini e a SICRO (Sistema Custos Rodoviários) do DNIT. Portanto, verifica-se que o planejamento possui relação direta com o orçamento, ocasionando economias e evitando gastos desnecessários quando bem elaborado.

Além disso, através do acompanhamento identifica mais facilmente as situações desfavoráveis, através de indícios de desconformidade, e toma providências em tempo útil, com o emprego de ações preventivas (menos onerosas) e corretivas (mais onerosas). A identificação de tais situações ocorre durante a execução da obra e é obtida através da coleta de índices em campo e comparação entre o que foi realizado com o que estava previsto para aquele período analisado. O que estava previsto refere-se ao planejamento inicial, também

denominado de linha de base, que é o parâmetro de referência de acompanhamento do projeto. A linha de base pode ser utilizada também como parâmetro para metas, oferecendo gratificações aos colaboradores perante a conclusão de atividades de grande importância, e como instrumento de padronização do processo, estabelecendo um fluxo bem definido dos serviços que deverão ser executados. Logo, conclui-se que o cronograma desenvolvido no planejamento é uma ferramenta de enorme importância para o acompanhamento da obra. Em geral, o custo da intervenção é proporcional a fase de andamento do projeto, ou seja, quanto antes intervir, menor o despendimento de recursos financeiros.

Outros elementos de grande importância do planejamento são a documentação e rastreabilidade e a criação de dados históricos, que permite a empresa a geração de seu próprio banco de dados de índices de consumo, considerando suas características. Deve-se considerar que os índices encontrados nas tabelas de referência possuem uma margem de erro, já que são coletados em um determinado local, submetido a condições de trabalho específicas, com mão-de-obra com qualificação variável, sob diferentes regimes de pagamento, entre outros fatores.

De forma sucinta, na Tabela 2 podem ser observados alguns dos benefícios advindos do planejamento eficiente.

Tabela 2 – Benefícios do planejamento

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
1	Conhecimento pleno da obra
2	Detecção de situações desfavoráveis
3	Agilidade de decisões
4	Relação com o orçamento
5	Otimização da alocação de recursos
6	Referência para acompanhamento
7	Padronização
8	Referência para metas
9	Documentação e rastreabilidade
10	Criação de dados históricos
11	Profissionalismo

Fonte: MATTOS (2010)

5.5 PROBLEMAS RELACIONADOS À INEFICIÊNCIA/AUSÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO

Segundo estudo realizado por Filippi & Melhado (2015), cuja finalidade era a avaliação e classificação das principais causas de atrasos em obras, consultando uma série de trabalhos desenvolvidos por vários autores espalhados pelo mundo, constatou-se que 73% dos empreendimentos analisados sofreram atrasos devidos ao planejamento malfeito ou programação de serviços ineficazes. Verificou-se também que 53% das obras foram afetadas devido à dificuldade de organização da equipe no local de trabalho.

De acordo com Resende (2013, p. 11),

Os atrasos são um problema sério e real na construção e prejudicam todos os envolvidos no projeto. Além de causarem problemas no que respeita ao cumprimento dos prazos previstos, os atrasos também têm um impacto negativo no controle dos custos, uma vez que provocam a extensão dos trabalhos ou a sua aceleração através da utilização de mais meios.

Além disso, fatores como fenômenos meteorológicos, imprevistos técnicos, greves e falhas no abastecimento de suprimentos também podem ocasionar prolongamento da duração do empreendimento, atrapalhando o cronograma e a conclusão da obra e, portanto, também merecem conhecimento.

Dentre as principais implicações dos atrasos na indústria da construção civil tem-se: diminuição da margem de lucro, problemas no orçamento, aumento total do custo da obra, necessidade de mais trabalho, complexidade no processo de gestão e aumento do custo relacionado ao equipamento e material. Observa-se que os fatores anteriormente destacados concorrem para um mesmo problema mais geral, que é a elevação dos custos.

Os problemas se iniciam na fase de projeto e percorrem os vários estágios do seu ciclo de vida. De acordo com Resende (2013, p. 20) “*podem ocorrer alterações na metodologia construtiva ao longo da execução da obra, falta de consulta ou de descumprimentos às especificações e detalhamento insuficiente do projeto [...]*”. A partir de um bom projeto, torna-se possível elaborar um planejamento e uma programação mais eficientes, assim como um programa efetivo de controle de qualidade para materiais e serviços. As deficiências do projeto podem trazer sérias consequências para o processo construtivo, chegando até mesmo a causar a inviabilidade do empreendimento.

Melhado & Violani (1992) afirmam que há uma frequente dissociação entre a atividade de projeto e a da construção, em que o projeto geralmente é entendido como simples instrumento isolado, comprimindo-se seu prazo e seu custo, recebendo mínimo aprofundamento e assumindo um conteúdo quase meramente legal, a ponto de torná-lo simplesmente um indicativo, de tal forma que grande parte das decisões é realizada durante a execução da obra.

Para Borges (2013), a atividade de planejamento requer bastante tempo e exige dos profissionais conhecimentos específicos e experiência principalmente no canteiro de obras, de modo a contribuir para uma compreensão aprofundada da dinâmica das construções e maior integração entre o planejado e a possibilidade de execução. Aliado ao planejamento é imprescindível um controle rigoroso ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, de modo que planilhas e softwares complexos perdem a utilidade caso não esteja sendo realizado o acompanhamento, a coleta de dados e consequente atualização contínua para fins de monitoramento do processo.

O planejador, antes de tudo, deve deixar claro que o planejamento não é adivinhação. As principais funções do planejamento são: orientar, estudar, definir os métodos construtivos e o caminho crítico, dimensionar recursos e detectar as dificuldades da obra a tempo. (RESENDE, 2013, p. 28)

6 METODOLOGIA

A metodologia pode ser compreendida como o conjunto de passos necessários para se realizar algo. O conhecimento para ser científico deve atender a uma série de quesitos, dentre os quais estar fundamentado em sólidas bases teóricas e apresentar um procedimento que leve a resultados coerentes. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho será a aplicação do método PERT/CPM (que são duas ferramentas de gerenciamento do tempo que permitem a visualização da relação de interdependência das atividades em diferentes cenários) em duas obras de pequeno porte no município de Pau dos Ferros/RN. Assim, o método aplicado terá como resultado a programação de execução de uma obra residencial unifamiliar.

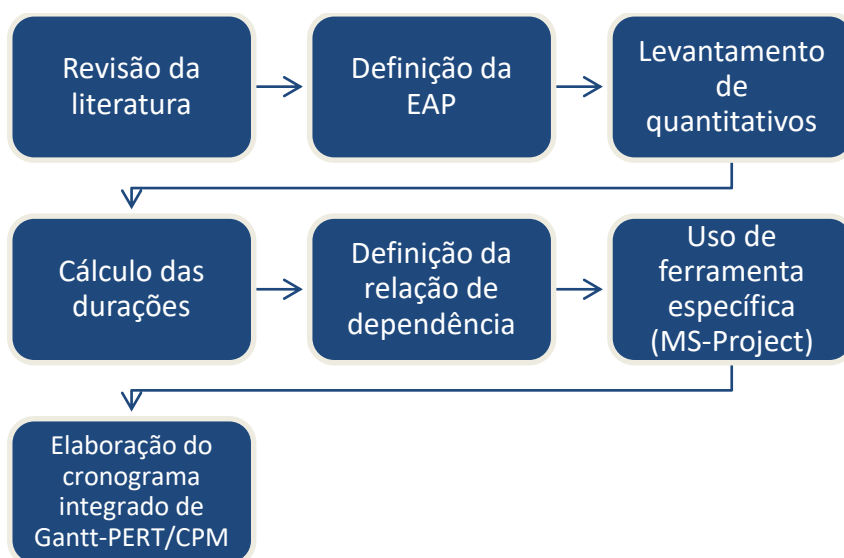
Esta produção consiste basicamente no planejamento da construção de uma edificação residencial de médio padrão, com o auxílio da ferramenta MS-Project, onde serão inseridos os dados definidos e previamente calculados, além da elaboração de análise comparativa, abordando as principais diferenças entre os empreendimentos reais e o modelo idealizado, os

problemas observados, técnicas utilizadas e propondo ações que objetivem a redução da duração dos serviços e a consequente redução de custos, se for o caso.

Desse modo, a pesquisa se iniciou com a revisão da literatura nacional e internacional sobre gerenciamento, programação e administração da produção, de projetos e obras e sobre os principais problemas decorrentes da ineficiência/ausência de planejamento. Em seguida, de posse das plantas que compõem o estudo de caso foi definida a estrutura analítica de projeto e realizado o levantamento detalhado de quantitativos de serviços a serem executados. De posse dos quantitativos, buscou-se nas tabelas de referências os índices de consumo referentes a cada atividade para determinar as durações com base em uma equipe padrão. Em seguida foi estabelecida a relação de precedência entre os serviços, para que fosse possível inserir tais informações no software MS-Project, que auxiliou na elaboração do Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM.

Na Figura 10 pode ser observado a sequência que resume os procedimentos adotados para obtenção do planejamento teórico do empreendimento.

Figura 10 – Procedimentos para elaboração do planejamento modelo



Fonte: Autor (2017)

6.1 MÉTODO PERT/CPM

De acordo com MATTOS (2010, p. 111) “Os diagramas PERT/CPM permitem que sejam indicadas as relações lógicas de precedência (inter-relacionamento) entre as inúmeras

atividades do projeto e que seja determinado o caminho crítico”. O caminho crítico é o conjunto de atividades que se sofrerem modificação em sua duração por algum motivo, interferem em todo o projeto.

Para a construção do diagrama PERT/CPM (Program Evaluation and Review Technique/Critic Path Method) são incorporados os conceitos base das ferramentas de controle conhecidas como diagrama de rede e o gráfico de Gantt. O diagrama de rede é uma representação gráfica das atividades, levando em conta as dependências entre elas e a sua duração. As informações referentes a duração e sequenciação dos serviços são colocados em um diagrama interligados por setas. Já o gráfico de Gantt permite a visualização das atividades com suas datas de início e fim através de um recurso gráfico que constitui-se de barras dispostas horizontalmente, representando a escala de tempo de duração dos serviços.

Já para Barra *et al* (2013, p. 2), a ferramenta PERT/CPM é de simples elaboração, o que permite que qualquer pessoa visualizar e ter noção do tempo de execução de uma determinada atividade, além da interdependência das mesmas.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Para a realização deste trabalho foram acompanhadas a construção de duas edificações residenciais unifamiliares, ambas localizadas no município de Pau dos Ferros/RN. A primeira edificação situa-se no bairro conhecido como João Catingueira, enquanto que a segunda localiza-se no bairro Carvão.

A construtora onde o estudo foi efetuado trabalha com obras cuja finalidade de uso é residencial, através do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) da Caixa Econômica Federal (CEF). Existe um projeto padrão (que foi elaborado pelo escritório da construtora) que é trabalhado com a maioria dos clientes, em virtude de ser produzido para atender as faixas de valores do financiamento. De uma construção para outra ocorrem poucas modificações, sendo necessários apenas alguns ajustes.

Desse modo, o projeto executivo das duas edificações é praticamente igual (existe uma diferença de cerca de 3,50 m² de área construída, fato que foi desconsiderado no estudo) e a equipe para as duas construções manteve-se inalterada. A principal diferença entre as obras foi o relevo do terreno destinado à construção, onde a edificação localizada no bairro João Catingueira (designada como Obra 1, para efeito desta produção) apresentou um terreno com topografia relativamente acidentada se comparada ao relevo do terreno situado no bairro

Carvão (designada como Obra 2, para efeito desta produção). De acordo com a ABNT NBR 1272:2006, a área total construída é a área total coberta de uma edificação. Porém, em alguns municípios ocorre a dispensa da consideração dos beirais dos telhados nas áreas construídas (até certas dimensões, podendo até haver a criação de regras para cálculo), que deve ser observada legislação urbanística municipal. Para fins de realização deste estudo, no cálculo da área total construída levou-se em consideração a projeção do telhado. Todos os projetos relativos a estes empreendimentos podem ser melhor observados no final deste trabalho, nos anexos.

6.2.1 Obra 1 – Edificação residencial unifamiliar localizada no bairro João Catingueira

A primeira obra acompanhada localiza-se no bairro João Catingueira, do município de Pau dos Ferros/RN. É uma construção de médio padrão (assim caracterizada de acordo com as edificações da região do estudo), cuja finalidade de uso é residencial e é constituída por um pavimento. O terreno destinado à construção possui dimensões 8,00 m x 20,00 m e sua testada está voltada para o norte.

Na Figura 11 pode ser visualizado a localização do empreendimento de forma mais precisa.

Figura 11 – Localização da Obra 1



Fonte: Google Earth Pro, 2016.

A área total construída é de 88,21 m². Possui 2 quartos, 2 banheiros, garagem, cozinha, sala de estar/jantar, despensa e área de serviço. Assim, totalizando 5 cômodos e 4 áreas destinadas para serviço ou outra finalidade. Todos os projetos foram elaborados no escritório do construtor. A equipe responsável pela execução do projeto era composta por um mestre, um pedreiro e dois serventes.

A metodologia construtiva adotada foi a convencional, estrutura em concreto armado (pilares e vigas) com elementos de vedação de blocos cerâmicos vazados. A fundação é do tipo bloco corrido de pedra argamassada, com alvenaria de embasamento em paredes de uma vez executada até o nível pré-determinado, para posterior concretagem da cinta inferior de amarração. A cinta foi impermeabilizada para prevenir a ocorrência de infiltração. O aterro foi executado adicionando-se água e compactando mecanicamente areia em camadas de 20,00 cm. A cobertura possui trama em maçaranduba e telhas do tipo colonial. A pintura interna é com massa corrida e a externa com tinta acrílica. Na Tabela 3 segue um resumo para melhor caracterização do empreendimento.

Tabela 3 – Resumo das informações da Obra 1

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Localização	Bairro João Catingueira, próximo ao IFRN
Início	Início de janeiro de 2017
Término	Fim de março de 2017
Equipe	1 mestre, 1 pedreiro e 2 serventes
Área do terreno	160,00 m ²
Área construída	88,21 m ²
Cômodos	2 quartos, 2 banheiros, garagem, cozinha, sala de estar/jantar, despensa e área de serviço

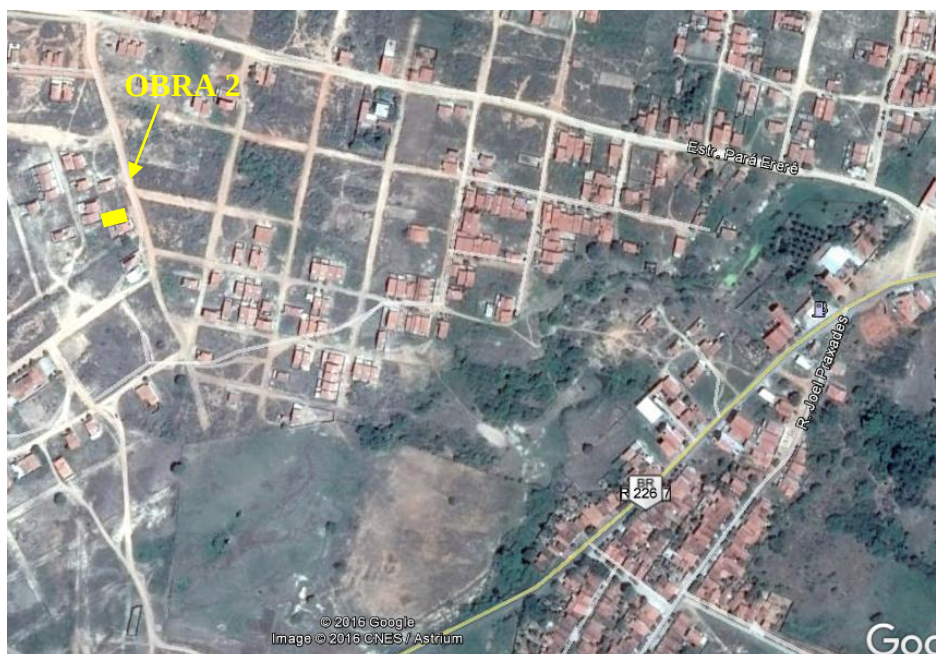
Fonte: Autor (2017)

6.2.2 Obra 2 – Edificação residencial unifamiliar localizada no bairro Carvão

A Obra 2 localiza-se no bairro Carvão, do município de Pau dos Ferros/RN. Também é uma construção de médio padrão (assim caracterizada de acordo com as edificações da região do estudo), constituída por um pavimento. O terreno destinado à construção é maior do que o da Obra 1, possuindo dimensões 10,00 m x 20,00 m e sua testada está voltada para o leste.

Na Figura 12 pode ser observada através de imagem de satélite a localização da Obra 2.

Figura 12 – Localização da Obra 2



Fonte: Google Earth Pro, 2016.

A área total construída é de 84,70 m². Possui 2 quartos, 2 banheiros, garagem, cozinha, sala de estar/jantar, despensa e área de serviço. Assim, totalizando 5 cômodos e 4 áreas destinadas para serviço ou outra finalidade. Todos os projetos também foram elaborados pelo escritório da construtora e a equipe responsável pela execução do projeto foi a mesma da Obra 1, composta por um mestre, um pedreiro e dois serventes. A metodologia construtiva adotada foi a convencional: estrutura em concreto armado (pilares e vigas) com elementos de vedação de blocos cerâmicos vazados. Na Tabela 4 segue um resumo para melhor caracterização do empreendimento.

Tabela 4 – Resumo das informações da Obra 2

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Localização	Bairro Carvão, na saída para o Encanto/RN
Início	Início de novembro de 2016
Término	Fim de janeiro de 2017
Equipe	1 mestre, 1 pedreiro e 2 serventes
Área do terreno	200,00 m ²
Área construída	84,70 m ²
Cômodos	2 quartos, 2 banheiros, garagem, cozinha, sala de estar/jantar, despensa e área de serviço

Fonte: Autor (2017)

6.3 ESTRUTURAÇÃO DA OBRA

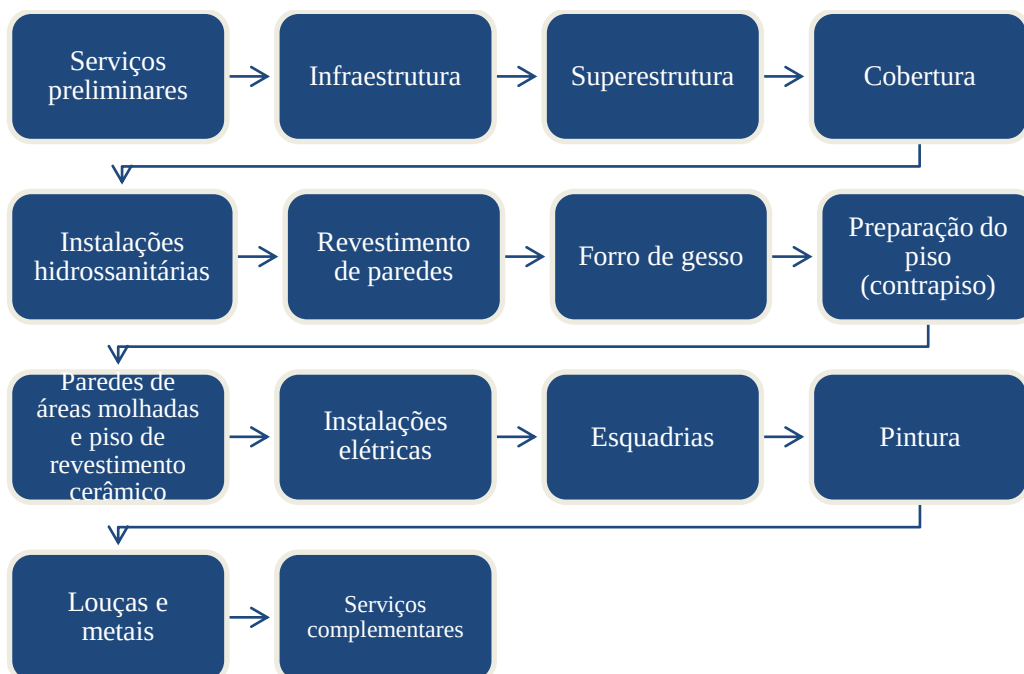
A definição da estruturação da obra (sequência de atividades) tomou como referência principalmente o que Borges (2009) aborda em seu livro, que trata especificamente de pequenas construções, com algumas modificações de forma a efetuar a adaptação de acordo com a realidade local (disponibilidade e qualificação de mão-de-obra, equipamentos, entre outros). Segundo Mattos (2010, p. 310) esta estruturação faz parte da programação de longo prazo do empreendimento (também denominada de plano mestre). Em outras palavras, é a EAP dos serviços representativos do projeto.

Consiste no primeiro nível de detalhamento do planejamento. Ele tem um caráter mais genérico, adequados aos níveis mais altos de gerência [...] A programação de longo prazo serve basicamente para a visualização geral das etapas da obra.

Além disso, possui baixo grau de detalhamento, não tendo utilidade para controle diário da obra. Pode-se observar na Figura 13 a Estrutura Analítica de Projeto das macroatividades da obra em seu primeiro grau de detalhamento (excluindo-se as etapas que precedem o início da construção propriamente dito, isto é, os serviços administrativos e contratuais realizados no escritório). É importante ressaltar que os serviços de instalações hidráulicas e sanitárias e instalações elétricas são executados ao longo de quase todo o ciclo de vida do projeto, de acordo com a metodologia construtiva adotada. Por este motivo, é difícil identificar sua correta posição ao longo da EAP. Desse modo, optou-se por posicioná-los após a tarefa em que ocorrem com maior representatividade (neste caso, a conclusão do

serviço de alvenaria, quanto as tubulações e eletrodutos são colocados no painel de vedação). Ao todo, totalizam 14 grandes pacotes de trabalho que posteriormente serão mais detalhados.

Figura 13 – Estrutura Analítica de Projeto para obra residencial



Fonte: Adaptado de Borges (2009)

6.4 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados referentes às durações foi realizada diariamente em campo. O principal parâmetro utilizado para início e término de atividades foi o consumo de cimento nos serviços, cujas quantidades utilizadas são inseridas em uma planilha que discrimina o serviço, a data e quantidade utilizada. Também foi efetuado um registro fotográfico com riqueza de imagens de modo a compor a história do empreendimento (no caso da necessidade de resgate de informações, por exemplo). A presença diária no canteiro também contribuiu para uma melhor análise das etapas da construção e entendimento da dinâmica dos serviços em cada situação. Por fim, foi efetuada a análise dos dados (tabulação) coletados nas obras e a posterior comparação com o planejamento teórico, observando as suas diferenças e abordando as possíveis causas das variações.

A Tabela 5 é a ferramenta adotada para controle de início e término de serviços. Na primeira coluna estão discriminadas as atividades, enquanto que na primeira linha estão as

respectivas datas (separadas por semana). Em cada célula é inserida a quantidade de cimento utilizado no dia e atividade específica. Observa-se que é possível também identificar a latência entre os serviços, o que é de grande importância na elaboração do cronograma. Esta planilha pode ser mais detalhada, o que facilitará na elaboração dos índices do próprio escritório.

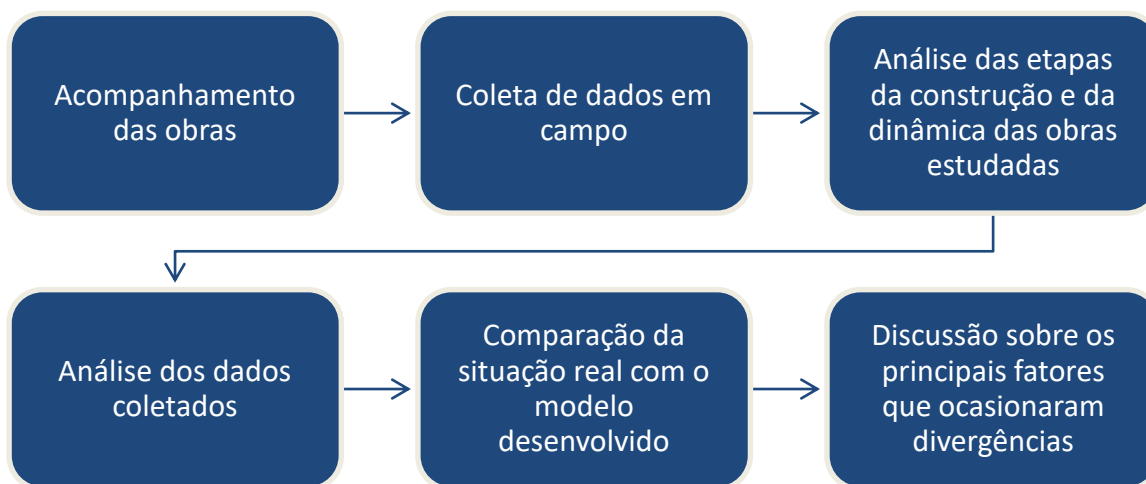
Tabela 5 – Controle de início e término de atividades

ENDEREÇO DA OBRA:								
CLIENTE:								
Código	Atividade	Quantidade utilizada/dia	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
1	Serviços preliminares							
2	Fundação							
3	Alvenaria							
4	Instalações hidrossanitárias							
5	Instalações elétricas							
6	Cobertura							
7	Revestimento de paredes							
8	Forro de gesso							
9	Preparação do piso em concreto							
10	Revestimento cerâmico							
11	Esquadrias							
12	Pintura							
13	Acabamentos diversos							
14	Limpeza geral e verificação final							
OBSERVAÇÕES:								

Fonte: Autor (2017)

Na Figura 14 pode ser visualizado a sequência das ações realizadas para a coleta e análise de dados. A vantagem de tais ferramentas gráficas está relacionada com a possibilidade de visualização espacial de todo o processo.

Figura 14 – Procedimentos para coleta e análise dos dados



Fonte: Autor (2017)

6.5 CÁLCULO DAS DURAÇÕES

Para o cálculo das durações foi consultado o sistema de nacional de referência da Caixa Econômica Federal (CEF), a tabela de composições analíticas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), disponibilizada no endereço virtual da CEF, que possui dados de todos os serviços cadastrados. Cada serviço recebe um código e é classificado de acordo com a classe/tipo do qual faz parte. Este agrupamento é explicado no Manual de Metodologias e Conceitos, que aborda a metodologia de construção do sistema, mostrando como é feita a coleta dos dados e elaboração dos índices.

As composições são elementos que fornecem os recursos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) e seus respectivos índices para se produzir uma unidade do serviço analisado. É importante distinguir os conceitos de índices de consumo e produtividade para que não sejam empregados de maneira equivocada. O índice de consumo, também conhecido como Razão Unitária de Produção (RUP), é o procedimento que a CEF adota em suas aferições e representa a quantidade de tempo de um recurso despendido para se obter uma unidade de serviço (no caso de mão-de-obra ou equipamento a variável analisada é o tempo). Já a produtividade indica a quantidade de serviço que pode ser realizada em um determinado

intervalo de tempo, ou seja, são parâmetros inversamente proporcionais. Outra conceituação importante é a distinção entre produção e produtividade. A primeira leva em conta apenas o serviço total executado, enquanto que a segunda considera também o tempo para sua conclusão.

A razão unitária de produção é definida como o quociente entre a quantidade de homens-hora gastos para a realização de um serviço e a sua respectiva quantidade executada no período de cálculo no qual foi feita a medição. Assim, na Equação 2 encontra-se a expressão matemática que define o cálculo da RUP.

$$RUP = \frac{H * h}{Qtd}$$

Equação 2

Onde:

RUP – razão unitária de produção (homens-hora/quantidade de serviço);

H – quantidade de recursos utilizados;

h – quantidade de horas gastas;

Qtd – quantidade de serviço executado no período analisado.

De acordo com Mattos (2010) os valores dos índices de consumo encontrados nos sistemas de referência fornecem a duração Mais Provável de cada serviço, utilizada nos cálculos da abordagem CPM. Já as durações otimistas e pessimistas, que integram a metodologia PERT, são obtidas a partir do controle e registro de informações de cada obra para compor um banco de dados.

Com relação as composições do SINAPI, na Tabela 6 é possível observar a composição analítica do serviço de embasamento com pedra argamassada (conhecido como alicerce ou bloco corrido), onde podem ser visualizadas várias informações relevantes sobre o serviço. Na primeira coluna tem-se o campo Classe/Tipo, onde a CEF separa as composições em 29 macro etapas, de modo a facilitar a consulta. Além disso, observa-se que os três primeiros itens possuem classe identificada como composição, ou seja, indica que um serviço pode ser formado por outros que também são composições, que devem ser analisados individualmente para averiguar quais elementos são atendidos, de acordo com a situação desejada. Em outras palavras, é a decomposição de uma atividade em pacotes de trabalho menores e mais fáceis de mensurar. A segunda coluna representa o código de busca no sistema, onde o SINAPI possui uma metodologia própria para numeração. A quarta coluna

indica a unidade de cada insumo considerado. Por fim, na quinta coluna da tabela estão os índices de consumo, que são os dados que serão utilizados no cálculo das durações.

Tabela 6 – Composição analítica do serviço de embasamento com pedra argamassada

CLASSE/TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	RUP
FUES	95467	Embasamento com pedra argamassada utilizando argamassa de cimento e areia no traço 1:4	m³	-
Composição	87316	Argamassa traço 1:4 (cimento e areia grossa) para chapisco convencional, preparo mecânico com betoneira 400 l. af_06/2014	m³	0,30
Composição	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	6,00
Composição	88316	Servente com encargos complementares	h	6,00
Insumo	4730	Pedra de mão ou pedra rachão para arrimo/fundação (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	m³	1,10

Fonte: Adaptado de CEF (2017)

Para o cálculo das durações foi utilizada a Equação 3, que pode ser encontrada em Mattos (2010, p. 82):

$$D = \frac{Qtd * Ic}{Rc * Jr}$$

Equação 3

Onde:

D – duração do serviço (horas, dias, meses, etc);

Qtd – quantidade de serviço (calculada a partir do projeto executivo);

Ic – índice de consumo de recursos (obtido nas tabelas dos sistemas de referência);

Rc – quantidade de recursos disponíveis (mão-de-obra, equipamentos, materiais);

Jr – duração da jornada de trabalho (geralmente em horas)

6.6 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

Depois de efetuados manualmente todos os procedimentos do roteiro do planejamento, foi feito uso da ferramenta MS-Project 2016, da Microsoft, para inserção dos dados obtidos. O MS-Project foi desenvolvido para auxiliar os profissionais do planejamento e gerenciamento de projetos de todos os tipos. Todos os procedimentos até então abordados são realizados de

maneira prática na ferramenta, que oferece a vantagem da facilidade de obtenção de resultados. Porém é importante ressaltar que o programa é apenas uma ferramenta de auxílio para o desenvolvimento do planejamento. É responsabilidade do profissional do planejamento (ou gestor do empreendimento) alimentá-lo e interpretá-lo.

De acordo com Oliveira (2012), o uso do Microsoft Project cresceu enormemente no decorrer dos últimos anos em virtude da fácil assimilação pelos usuários; a presença de poderosas e avançadas ferramentas de planejamento, organização e controle de projetos; e a capacidade de gerenciar desde simples cronogramas até projetos múltiplos, complexos e extensos.

Já para Barra (2013), é um instrumento que permite organizar a informação sobre a atribuição de tempos as tarefas, a associação de custos tanto de recursos humanos quanto de materiais, propiciando o gerenciamento dos prazos, atendendo as metas estabelecidas. Além disso, é importante ressaltar os numerosos modelos de relatórios que podem ser obtidos com enorme praticidade, permitindo uma análise mais detalhada dos dados.

7 RESULTADOS

Nos itens que se seguem podem ser observados os resultados alcançados com a pesquisa desenvolvida através da aplicação da metodologia definida.

7.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO E ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO

O escopo do projeto é o objetivo final que se deseja alcançar com sua realização, como visto em tópico específico. Neste trabalho o escopo do projeto modelo foi definido como o Planejamento da Construção de uma Residência Unifamiliar com um Pavimento, que também constitui um dos objetivos específicos. A partir do escopo, foi determinada a EAP. Na Tabela 7 pode ser observada a EAP simplificada, englobando 14 grupos de trabalho representativos ou macro atividades.

É importante destacar que o fator determinante para a seleção dos itens que farão parte da EAP foi a metodologia construtiva adotada, que para o caso estudado é o sistema convencional, com estruturas de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos executadas

simultaneamente. Para cada método existente há várias possibilidades de arranjo e a sua escolha dependerá de fatores como custo, disponibilidade de materiais e/ou equipamentos na região, disponibilidade de mão-de-obra qualificada, facilidade de execução, entre outros.

Para compreender melhor, consideremos o item 3 da Tabela 7, que trata do grupo de serviço denominado por Superestrutura, englobando a execução de estruturas de concreto armado (pilares e cintas de amarração) e serviços de vedação (alvenaria de bloco cerâmico), que são executados simultaneamente. Porém, poderia ser executado primeiro a estrutura de concreto armado, para que posteriormente fosse realizada a elevação das paredes. Neste caso, a macro atividade de Superestrutura teria que ser decomposta em dois outros grupos de trabalho.

As macroatividades foram subdivididas em pacotes de serviço menores para facilitar a obtenção das durações, que pode ser melhor observado no Apêndice 1, que contém o levantamento detalhado dos quantitativos dos trabalhos.

Tabela 7 – Estrutura Analítica de Projeto Simplificada

<i>ITEM</i>	<i>SERVIÇO</i>
1	Serviços preliminares
2	Infraestrutura
3	Superestrutura
4	Cobertura
5	Instalações hidrossanitárias
6	Revestimento de paredes
7	Forro
8	Preparação do piso
9	Revestimento cerâmico para paredes e piso
10	Instalações elétricas
11	Esquadrias
12	Pintura
13	Louças e metais
14	Serviços complementares

Fonte: Autor (2017)

7.2 DETERMINAÇÃO DAS DURAÇÕES

Os projetos a partir dos quais foram levantadas as quantidades de trabalho podem ser encontrados nos Anexos de 1 à 17, e estão organizados na sequência observada na Tabela 8.

Tabela 8 – Classificação dos projetos

PRANCHA	CONTEÚDO
1	Planta de localização
2	Planta de situação
3	Planta de locação/marcação de eixos de paredes e centro de pilares 1
4	Planta de locação/marcação de eixos de paredes e centro de pilares 2
5	Planta baixa
6	Fachada frontal
7	Fachada posterior
8	Corte AA
9	Corte BB
10	Planta de Cobertura
11	Instalações hidráulicas
12	Detalhes construtivos – Instalações hidráulicas
13	Instalações Sanitárias
14	Detalhes construtivos 1 – Instalações Sanitárias
15	Detalhes construtivos 2 – Instalações Sanitárias
16	Instalações elétricas
17	Detalhes construtivos – Instalações elétricas

Fonte: Autor (2017)

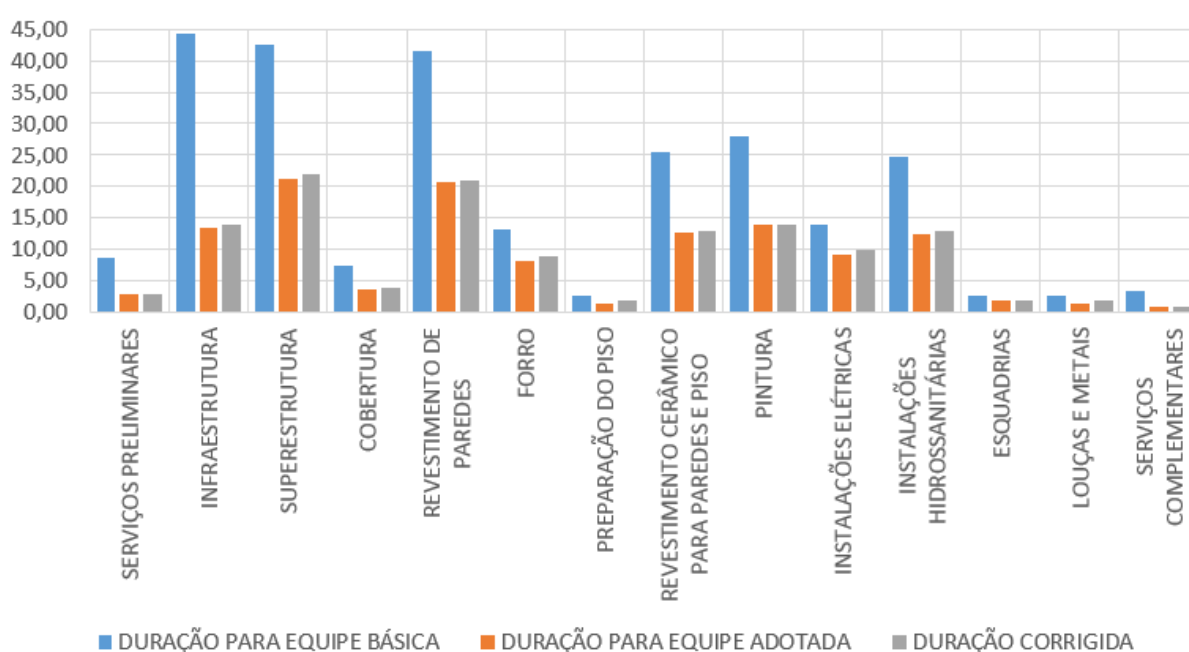
Os índices de consumo foram extraídos do sistema do SINAPI, onde se encontram as composições analíticas de cada tarefa. Para o cálculo da duração foi considerado o insumo mandante do tipo mão-de-obra, isto é, o recurso que realizará o trabalho efetivamente. À equipe mínima necessária para produção de uma unidade do serviço dá-se o nome de equipe básica, que é sugerida nas composições. Foi a partir dela que se obteve a primeira estimativa de duração que serviu como ponto de partida. Geralmente tais equipes são compostas por dois integrantes, um colaborador envolvido diretamente com a atividade e o outro prestando auxílio.

De acordo com a primeira estimativa de duração para a equipe mínima, calculou-se a duração de cada atividade para a equipe real, composta por duas equipes básicas. Neste caso, observa-se que o atributo tempo ficou restringido ao tamanho da equipe, isto é, a limitação do recurso mão-de-obra. É importante salientar que, analisando cada evento verifica-se que há serviços em que todos os recursos estarão envolvidos, mesmo que suas funções principais sejam distintas, o que não é considerado na composição, visto que seu objetivo principal é ser

parâmetro para referência. Cabe ao planejador fazer esta consideração durante a realização dos cálculos.

Os valores individuais das durações para cada item da EAP detalhada de cada atividade que compõe um grupo podem ser analisados no Apêndice 1. Na Figura 15, pode ser observado os valores de duração de cada grupo de serviços da EAP simplificada separadamente, para as quantidades de serviços levantados, fazendo uso da abordagem determinística, considerando a situação mais provável de ocorrência.

Figura 15 – Duração dos serviços



*A duração corrigida é a duração para a equipe real arredondada para o valor inteiro imediatamente superior.
Fonte: Autor (2017)

7.3 DEFINIÇÃO DAS RELAÇÕES DE PRECEDÊNCIA

Na Tabela 9 pode ser vista a sequenciação das atividades determinada, isto é, a ordem de execução e, conseqüentemente as relações de precedência, que foram estabelecidas de acordo com o método construtivo adotado e considerando a melhor disposição. É importante destacar a dificuldade envolvida na definição das predecessoras dos serviços das instalações hidrossanitárias e instalações elétricas, visto que a sua execução se dá praticamente ao longo de quase todo o ciclo de vida da obra (BORGES, 2009). Desse modo, procurou-se posicioná-los após as atividades em que ocorrerão de forma mais significativa. A precedência detalhada

de todos os serviços pode ser melhor observada no Apêndice 3, permitindo a identificação dos tipos de vínculos estabelecidos e a existência de latência.

Tabela 9 – Definição de precedência entre os serviços

<i>ITEM</i>	<i>SERVIÇO</i>	<i>PREDECESSORA</i>
1	Serviços preliminares	-
2	Infraestrutura	1
3	Superestrutura	2
4	Cobertura	3
5	Instalações hidrossanitárias	3
6	Revestimento de paredes	5
7	Forro	6
8	Preparação do piso	7
9	Revestimento cerâmico para paredes e piso	8
10	Instalações elétricas	9
11	Esquadrias	9
12	Pintura	11
13	Louças e metais	12
14	Serviços complementares	13

Fonte: Autor (2017)

7.4 MONTAGEM DO DIAGRAMA DE REDE

O Diagrama de Rede foi obtido com o auxílio da ferramenta MS-Project, considerando a metodologia de blocos para sua elaboração. A sua principal vantagem é a possibilidade de visualização espacial dos processos e ligações entre eles, facilitando a tomada de decisões e podendo ser utilizado no canteiro de obras para informar a equipe dos prazos. No Apêndice 4, pode ser observado o Diagrama de Rede obtido.

É importante destacar que para a construção do diagrama de rede foi modificada a sequência de alguns dos serviços observados na EAP, visto que algumas pequenas tarefas alocadas em grupos posteriores necessitam ser executadas previamente.

7.5 DETERMINAÇÃO DO CAMINHO CRÍTICO E ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA FINAL

O caminho crítico, como já estudado no decorrer do trabalho, é o caminho que une a sequência de atividades que concorrem para a determinação da duração total do empreendimento, denominadas de atividades críticas. Para a sua obtenção, foi feito uso do MS-Project, em que foi inserido a EAP, as durações calculadas, as relações de precedência definidas e as vinculações entre serviços. O caminho crítico determinado permitiu a identificação das tarefas que devem ser adiantadas caso o construtor ou gerente da obra deseje antecipar a conclusão da obra e, consequentemente, também as que não devem sofrer atrasos, possibilitando a priorização das ações. Além disso, fornece também os serviços que possuem certa flexibilidade temporal para conclusão (folga). A sequência de atividades críticas podem ser observadas no Apêndice 3, destacadas na cor amarela.

Já o Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM foi elaborado com base nos dados inseridos, que é o planejamento/programação inicial do empreendimento. Esta programação, denominada de linha de base, serve de referência para acompanhamento e comparação do previsto com o realizado. Além do Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM voltado para a execução das atividades, outra possibilidade seria a elaboração de um cronograma voltado para a gerência da obra, destinado a gestão financeira e solicitação de materiais, que demandaria um trabalho mais detalhado de cada composição, a fim de se determinar a utilização dos insumos ao longo do tempo. O caminho crítico e o cronograma integrado de Gantt-PERT/CPM podem ser observados no Apêndice 5.

No Apêndice 3, pode-se observar que a data de início da obra fictícia adotada foi 11/05/2017 e a data de fim obtida foi 18/10/2017. Considerando neste período apenas duas exceções (feriados), que foram o total de dias não trabalhados nos empreendimentos reais, conclui-se que a duração total do empreendimento seria de 160 dias ou cerca 5 meses e 10 dias.

7.6 DURAÇÃO REAL DAS OBRAS ACOMPANHADAS

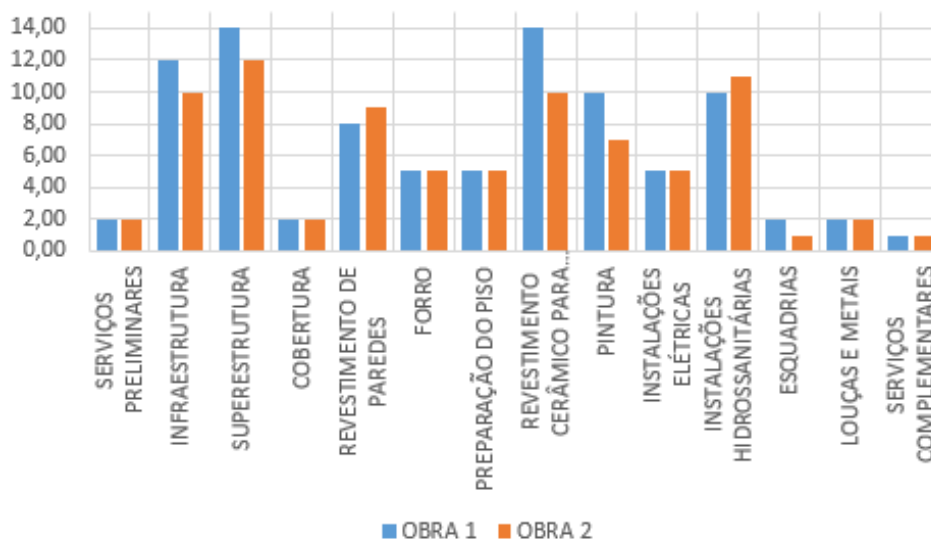
Na Figura 16 podem ser observadas as durações obtidas em campo para as duas obras acompanhadas. O cálculo das durações tornou-se complicado em virtude da variabilidade da equipe, sendo que os recursos humanos não estavam presentes integralmente no canteiro de

obras todos os dias. Um dos motivos principais foi o fato do construtor ter mais de um empreendimento sendo executado simultaneamente, mobilizando parte ou toda a mão-de-obra para execução de atividades específicas em outro local, quando necessário. Ou ainda, em decorrência do surgimento de problemas de saúde, impossibilitando o trabalho.

Também houve a influência dos fatores climáticos como a chuva, que ocasionou a paralisação temporária de serviços em diversos momentos, e o calor excessivo típico da região, gerando redução de produtividade; a ocorrência alguns de erros, sendo necessário o retrabalho; e os atrasos na entrega de materiais, ocasionando períodos de ociosidade, que ocorreram por culpa dos fornecedores e também pelo setor responsável pelas compras. Além disso, alguns dos serviços são terceirizados, que são eles: forro de gesso, instalações elétricas, esquadrias e pintura, isto é, independem da mão-de-obra efetivamente no canteiro, porém, dependem diretamente da conclusão de suas predecessoras para que possam ser iniciados. Como foram solicitados sempre com antecedência, a ocorrência de atrasos foi reduzida.

Outro fator importante que influenciou diretamente na duração das atividades foi o método de pagamento por produção, empregado como instrumento de motivação da equipe. Geralmente esta técnica é utilizada em serviços de grande duração, como o revestimento das paredes (chapisco e reboco paulista) e revestimento cerâmico para paredes e pisos para construção de edificações residências. Com o uso deste artifício verificou-se um ganho considerável de tempo com menos mão-de-obra envolvida. Aliado a todos estes fatores, verificou-se também que a boa comunicação entre os todos os segmentos da obra ocasionou melhorias nas relações de trabalho, tornando o ambiente mais agradável. A organização e limpeza do canteiro, exigida continuamente pelo construtor e responsável técnico pelos empreendimentos, também corroborou significativamente para a redução do tempo, em decorrência da maior facilidade de movimentação de insumos e para a execução de serviços.

Figura 16 – Duração real das obras acompanhadas



Fonte: Autor (2017)

Nas Tabelas 10 e 11 podem ser visualizadas além das durações, as datas de início e término de cada serviço. Deve-se salientar que tais datas englobam o repouso semanal, folgas e as exceções (feriados nacionais e locais), que se configuram como dias não úteis, visto que a programação é realizada em dias de calendário. Para a Obra 1, as datas de início e término podem ser visualizadas na Tabela 10. É importante considerar a existência de alguns feriados no período de realização deste empreendimento, não sendo trabalhado apenas em 14/04/2017 e 01/05/2015. De acordo com as datas de início e término do empreendimento, temos que a sua duração total (incluindo todos os dias não úteis) foi de 114 dias, ou aproximadamente 3 meses e 24 dias.

Tabela 10 – Duração dos serviços da Obra 1

<i>ITEM</i>	<i>SERVIÇO</i>	<i>DURAÇÃO PARA EQUIPE REAL (DIAS)</i>	<i>INÍCIO DO SERVIÇO</i>	<i>TÉRMINO DO SERVIÇO</i>
1	Serviços preliminares	2,00	18/01/2017	19/01/2017
2	Infraestrutura	12,00	20/01/2017	06/02/2017
3	Superestrutura	14,00	07/02/2017	24/02/2017
4	Cobertura	2,00	14/03/2017	15/03/2017
5	Instalações hidrossanitárias	10,00	-	-
6	Revestimento de paredes	8,00	06/03/2017	18/03/2017
7	Forro	5,00	20/03/2017	24/03/2017
8	Preparação do piso	5,00	29/03/2017	04/04/2017
9	Revestimento cerâmico para paredes e piso	14,00	04/04/2017	21/04/2017
10	Instalações elétricas	5,00	-	-
11	Esquadrias	2,00	24/04/2017	25/04/2017
12	Pintura	10,00	26/04/2017	09/05/2017
13	Louças e metais	2,00	10/05/2017	11/05/2017
14	Serviços complementares	1,00	12/05/2017	12/05/2017

Fonte: Autor (2017)

Para a Obra 2, as durações dos serviços podem ser observadas na Tabela 11. Do mesmo modo que para a Obra 1, houveram alguns feriados, sendo que não foi realizado trabalho apenas em 25/12/2016 e no dia 01/01/2017. De acordo com as datas de início e término do empreendimento, temos que a sua duração total (incluindo todos os dias não úteis) foi de 69 dias, ou aproximadamente 2 meses e 9 dias.

Esta grande variação evidenciada, quando comparadas as duas obras pode ser explicada pelo fato da pouca variação da mão-de-obra no período de construção da Obra 2, permitindo maior envolvimento dos colaboradores, aliado à aplicação do pagamento por produção para os serviços de maior duração (revestimento de paredes e revestimento cerâmico).

Tabela 11 – Duração dos serviços da Obra 2

<i>ITEM</i>	<i>SERVIÇO</i>	<i>DURAÇÃO PARA EQUIPE REAL (DIAS)</i>	<i>INÍCIO DO SERVIÇO</i>	<i>TÉRMINO DO SERVIÇO</i>
1	Serviços preliminares	2,00	11/11/2016	14/11/2016
2	Infraestrutura	10,00	14/11/2016	25/11/2016
3	Superestrutura	12,00	28/11/2016	13/12/2016
4	Cobertura	2,00	14/12/2016	15/12/2016
5	Instalações hidrossanitárias	11,00	-	-
6	Revestimento de paredes	9,00	12/12/2016	22/12/2016
7	Forro	5,00	02/01/2017	06/01/2017
8	Preparação do piso	5,00	26/12/2016	30/12/2016
9	Revestimento cerâmico para paredes e piso	10,00	04/01/2017	13/01/2017
10	Instalações elétricas	5,00	-	-
11	Esquadrias	2,00	09/01/2017	10/01/2017
12	Pintura	7,00	07/01/2017	14/01/2017
13	Louças e metais	2,00	17/01/2017	18/01/2017
14	Serviços complementares	1,00	19/01/2017	19/01/2017

Fonte: Autor (2017)

7.8 COMPARATIVO ENTRE OS EMPREENDIMENTOS REAIS E O MODELO TEÓRICO E ANÁLISE E SOLUÇÃO PARA OS PROBLEMAS ENCONTRADOS

7.8.1 Comparativo entre os modelos

Na Figura 17, pode ser verificada a comparação entre as durações calculadas com base nas composições analíticas do SINAPI, as durações obtidas através do estudo de campo e as diferenças entre o tempo real aferido e o calculado para a Obra 1 e Obra 2, respectivamente. A primeira conclusão que se pode extrair é que os indicadores de consumo do SINAPI não representam a realidade local na qual as obras foram executadas, visto todas as considerações de cálculo feitas até o momento. Isto era esperado, já que o sistema da CEF disponibiliza uma planilha única com índices que fornecem coeficientes médios representativos da quantidade de tempo para duração do serviço. Estes coeficientes são obtidos através de medições realizadas em canteiros de obras distribuídos pelo país (obras de pequeno e grande porte, privadas e públicas). Além disso, a RUP é influenciada por diversos fatores, como a localidade, condições climáticas, qualificação de mão-de-obra, ferramentas utilizadas, os materiais empregados, metodologia construtiva, entre outros. Deste modo, um serviço

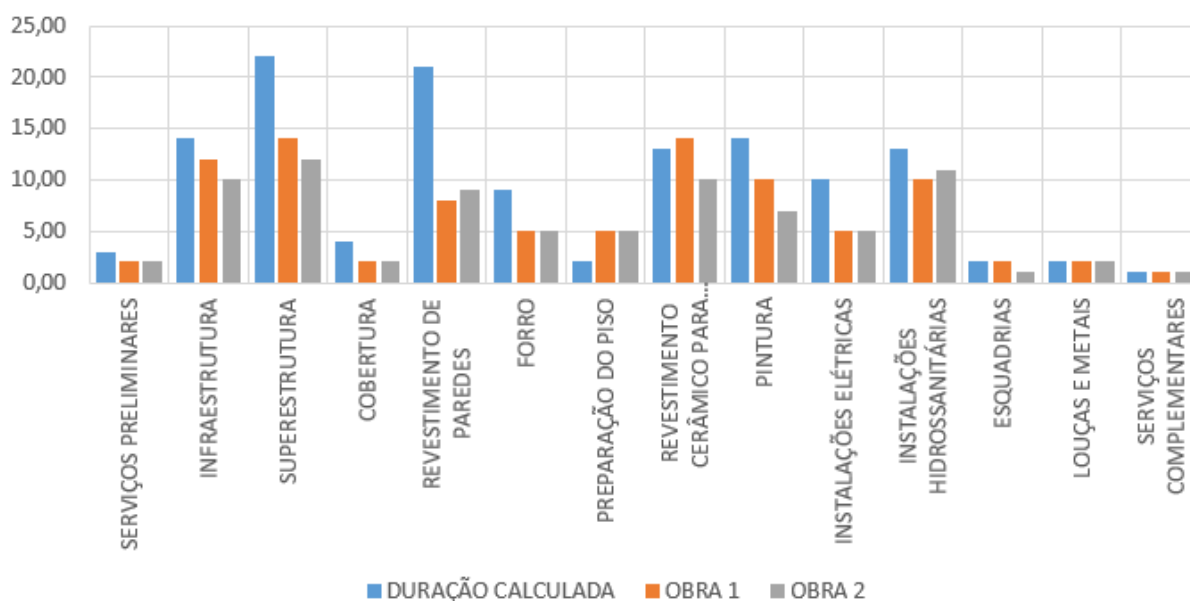
realizado em local com clima de temperaturas mais agradáveis propicia um ambiente mais favorável a execução da tarefa em um tempo menor, por exemplo.

Como visto, as durações obtidas através de procedimentos determinísticos ou probabilísticos são estimativas, indicando que os valores encontrados no SINAPI servem principalmente como instrumento balizador e parâmetro de comparação. O mais indicado, seria que às composições fossem incorporados índices para cada unidade da federação, assim como acontece com os preços de referência. Neste caso, em uma situação real, o ideal é que as durações sejam iguais ou inferiores às obtidas através dos dados encontrados nos sistemas de referência, que é a média praticada no país. Para a obtenção de estimativas mais aproximadas, as empresas podem construir seus próprios indicadores, que representarão com maior fidelidade as produtividades de suas equipes.

A partir da análise da Figura 17, conclui-se também que os serviços onde houve maior diferença entre as durações calculadas e aferidas em campo foram os de superestrutura e o de revestimento de paredes, seguidos por forro, instalações elétricas e pintura. Para o trabalho de revestimento de paredes, adota-se o pagamento por produção, que pode ser considerado como um dos fatores determinantes para a diferença encontrada. Para as demais atividades cuja divergência foi relevante, a principal causa é a não adequação dos índices, ou seja, indicadores em desconformidade com as condições locais. Para o restante das tarefas cujas diferenças foram inferiores a quatro dias, indicando maior proximidade entre o calculado e o realizado, verifica-se uma maior representatividade dos índices.

Em uma situação utópica, considerando que durante o período de realização dos empreendimentos a equipe completa esteve presente todos os dias, que não houve retrabalhos, que os materiais foram solicitados com antecedência e foram entregues no momento adequado pelos fornecedores, que os serviços terceirizados foram solicitados e executados em tempo hábil para não ocasionar ociosidade nas atividades subsequentes e que as condições climáticas foram sempre favoráveis, conclui-se que os valores obtidos em campo para as durações seriam inferiores aos já obtidos. Isto indica que, mesmo diante da pouca de utilização de instrumentos de controle e gestão disponíveis, as obras analisadas encontram-se abaixo da média.

Figura 17 – Comparativo entre os modelos



Fonte: Autor (2017)

7.8.2 Análise e solução para os problemas existentes

Mesmo apresentando avanço tecnológico significativo nos últimos anos, observou-se que a construção civil é ainda um setor rústico, que não utiliza de forma adequada as ferramentas que possui à sua disposição. É importante ressaltar que, este é um problema mais comumente observado em pequenas empresas do ramo que possuem empreendimentos com reduzido grau de complexidade, como abordado ao longo do trabalho. Deste modo, é necessário que o corpo técnico do departamento administrativo e gerencial da empresa encarem com maior relevância o uso de instrumentos e metodologias de planejamento e controle. Neste mesmo sentido, é de grande importância o contínuo aprimoramento dos profissionais envolvidos diretamente com as etapas de planejamento e gerenciamento da obra, para o conhecimento das metodologias disponíveis e análise de viabilidade de seu emprego.

No que tange o aspecto relacionado à segurança no trabalho, constatou-se que este é um item negligenciado e que ainda tem muito a evoluir, de modo a proporcionar um ambiente seguro aos colaboradores. Verifica-se certa resistência dos operários à utilização dos equipamentos e a falta de cobrança e controle de fornecimento dos mesmos por parte da empresa. Além de diminuir os riscos de ocorrência de acidentes, é importante considerar também os benefícios relacionados à credibilidade da empresa perante a sociedade local, demonstrando preocupação com o bem-estar dos colaboradores. Assim, preconiza-se maiores

investimentos em equipamentos de proteção e incentivos à sua utilização, diminuindo as chances da ocorrência de situações desconfortáveis para as partes envolvidas no processo de construção.

Com relação aos procedimentos de execução dos serviços, observou-se avanços no que diz respeito à padronização e adoção de boas práticas no canteiro de obras. Porém, há necessidade de maior comunicação entre a administração da obra e a equipe, de modo a detalhar de maneira adequada a execução dos serviços, visto que a mão-de-obra não tem a devida qualificação, possuindo o conhecimento adquirido através da prática. Neste caso, pode ser empregado no canteiro ferramentas que possibilitem visualização detalhada do fluxo das atividades e o responsável pela sua realização, distribuindo melhor as responsabilidades. Deste modo, investimento de tempo em conversas com os colaboradores é de enorme relevância, de modo a fazer compreender a importância e os ganhos advindos com a mudança na filosofia.

Por fim, constatou-se geração de resíduos, porém, não em grandes quantidades, o que não indica que não possam ocorrer melhorias no processo. Como dito, grande parte da mão-de-obra da construção civil não possui qualificação adequada, não dando a devida importância a racionalização de insumos. Neste sentido, a adoção de alguns dos princípios da filosofia lean podem ocasionar bons resultados e gerar economia para a construtora.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, o setor da indústria da Construção Civil é de grande importância para a economia nacional, sendo responsável por cerca de 5,60% do PIB brasileiro no ano de 2016, uma parcela bastante representativa. Além disso, é um segmento que gera grande número de empregos formais, cerca de 2,50 milhões de operários em 2015, e também de vínculos empregatícios informais. Nos últimos anos apresentou grande evolução tecnológica, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de novas metodologias construtivas, novos materiais de construção e equipamentos, e, também, no que diz respeito ao emprego de ferramentas de planejamento e de gerenciamento, em decorrência dos ganhos comprovados advindos de sua aplicação de maneira correta.

Neste mesmo sentido, com o crescimento da concorrência, da instabilidade econômica e limitação de recursos financeiros, juntamente com o aumento da exigência dos clientes, principalmente após a difusão dos conceitos de qualidade, alterando o foco do produto para a satisfação do consumidor final, houve grande estímulo para que as empresas buscassem meios

para contenção de gastos envolvidos no processo de construção, principalmente objetivando redução de desperdícios (ocasionados pela má qualificação da mão-de-obra) e a implementação de ferramentas de planejamento e gestão, reduzindo custos e minimizando os atrasos e a duração dos projetos, que configuram-se como dois entraves da construção civil. Contraditoriamente, constatou-se baixa aplicação dessas ferramentas nos dias atuais, principalmente por parte das pequenas empresas com foco de atuação voltado para a construção de edificações residenciais, por se tratarem de empreendimentos de fácil controle, com pouca mão-de-obra envolvida e com número de atividades e nível de complexidade consideravelmente pequeno.

Desse modo, o uso das técnicas de planejamento e de controle aplicados à construção civil é uma solução para o problema do gerenciamento dos projetos, em que os atrasos são comuns, quando deveriam ser raros. Os atrasos causam sérios problemas, visto que a consequência direta de sua ocorrência é o aumento dos custos, como abordado ao longo do trabalho, implicando na alteração do prazo final da obra, além da possibilidade de aplicação de multas contratuais às empresas e ocorrência de transtornos e perdas financeiras para o proprietário do empreendimento. O problema principal reside na não utilização desta vasta gama de instrumentos disponíveis, que é ocasionado devido à sobrecarga de demandas nos escritórios, com corpo técnico reduzido, e pela cultura de tratar o planejamento como mero cumprimento de exigências legais.

Neste mesmo sentido, durante a realização deste trabalho foi elaborado um planejamento modelo para a construção de uma edificação residencial, com o intuito de contribuir para a melhoria do setor das pequenas construções do município de Pau dos Ferros/RN, que seguem padrões semelhantes. Foram realizadas todas as etapas essenciais, desde a definição do escopo, seguido pela decomposição da EAP, levantamento de quantitativos de serviços, cálculo de durações e estabelecimento das relações de dependência entre as atividades. Deste modo, foi elaborado um Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM, adequando o planejamento à metodologia construtiva empregada e considerando os fatores de interferência locais. Além do cronograma, foi elaborado o diagrama de rede de todo o processo e determinado o caminho crítico do projeto. Desta maneira, as construtoras passam a ter um parâmetro de referência de acompanhamento de seus empreendimentos, tendo a disposição um instrumento que contém detalhadamente a relação de todos os serviços e a sua sequência executiva, permitindo a tomada de ações preventivas e corretivas de forma rápida e objetiva.

Além disso, foram acompanhadas a construção de duas edificações residenciais de pequeno porte com projetos executivos praticamente idênticos, com o objetivo de analisar as durações dos serviços e os principais elementos que influenciaram o fator tempo das atividades. Posteriormente, foram comparados os empreendimentos reais com o planejamento teórico desenvolvido, realizando um estudo multicaso comparativo. Concluiu-se que, com relação às Obra 1 e Obra 2 acompanhadas, as suas durações calculadas foram 114 dias e 69 dias, respectivamente, determinando como um dos motivos principais para a divergência de 45 dias o método de pagamento por produção, no qual o funcionário é remunerado de acordo com a quantidade de trabalho desenvolvida, bastante empregado na Obra 2. Outros fatores de bastante contribuição foram a pouca variação de mão-de-obra no período de construção da Obra 2, aliado à solicitação de materiais e serviços terceirizados com adequada antecedência, e também condições climáticas favoráveis.

Já a duração total determinada com o Cronograma Integrado de Gantt-PERT/CPM foi de 160 dias, valor muito superior aos coletados em campo, cujas diferenças para as Obras 1 e Obra 2 foram de 46 dias e 91 dias, respectivamente. Um dos principais motivos para esta diferença é a não adequação dos índices de consumo extraídos dos sistemas de referência à realidade local, em decorrência de tais valores serem coeficientes médios de representatividade, que incluem uma série de variáveis não consideradas em sua determinação. Porém, sabe-se que estes coeficientes representam estimativas, cuja função principal é servir de base para a elaboração do cronograma e uma primeira análise deste, cabendo ao planejador realizar as devidas correções quando conveniente.

Além disso, constatou-se que visitas constantes aos empreendimentos, diálogos frequentes com os operários e reconhecimento do serviço desempenhado corroborou para a manutenção de uma boa relação entre as partes envolvidas. Ainda, a implementação contínua de uma filosofia que orienta os colaboradores a adotarem práticas que objetivam redução do desperdício e a manutenção da área de trabalho limpa e organizada contribuíram de forma significativa para redução do tempo do projeto. É importante destacar que, as melhorias constatadas foram fruto de um processo, e, portanto, foi necessário um tempo para que os ganhos pudessem ser notados.

Com relação aos problemas encontrados, constatou-se que a construção civil ainda é um segmento bastante rústico, não utilizando de forma adequada as ferramentas que possui à sua disposição e que a contínua especialização dos profissionais é um meio de inverter este cenário. Também observou-se que, a segurança no trabalho é um item negligenciado e que deve evoluir bastante de modo a atender aos normativos, sendo necessário maiores

investimentos nesta área. No que diz respeito à padronização dos serviços, há necessidade de maior comunicação entre o nível gerencial e operacional para detalhamentos e explicações das atividades. A utilização de instrumentos visuais que demonstram o fluxo dos serviços pode contribuir para minimização das variações, como o diagrama de rede. Por fim, constatou-se a geração de resíduos, principalmente devido a mão-de-obra com qualificação deficiente, e que a adoção de alguns princípios da filosofia lean (ou o emprego de outra filosofia disponível) poderiam ocasionar melhorias no processo e gerar economia para a empresa.

Por fim, conclui-se que, o planejamento e o controle de projetos são indispensáveis em qualquer área para garantia do alcance do objetivo final, especialmente na construção civil, por envolver um grande número de variáveis.

9 REFERÊNCIAS

BARRA, Renata Brabo Mascarenhas et al. **Elaboração de Rede PERT/CPM na Indústria da Construção Civil Através da Utilização do Software MS Project**: Um estudo de caso. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa/PB, out. 2013. Anal.

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das Pequenas Construções**. Volume I, 9. Ed. Revista e Ampliada por José Simão Neto, Walter Costa Filho. São Paulo: Blucher, 2009.

BORGES, Juliana Ferreira Barbosa. **Gestão de projetos na construção civil**. *Revista Especialize*, Goiânia, V. 1, Ed. 5, p. 1-16, 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 29 de abril de 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 29 de abril de 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/emprego-formal-caged-ministerio-do-trabalho-e-previdencia-social>>. Acesso em: 29 de abril de 2017.

FAGUNDES, Thales Pereira. **Planejamento de Obras**: estudo de caso, edificação residencial de multipavimentos em Brasília. Brasília: UniCeub, 2013.

FILIPPI, Giancarlo Azevedo de.; MELHADO, Sílvio Burratino. **Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região metropolitana de São Paulo**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 161 -173, jul./set. 2015.

GRAY, Clifford F.; LARSON, Erik W. **Gerenciamento de projetos**: o processo gerencial 4e. Ed. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=12&op=0&vcodigo=SCN36&t=taxa-investimento>>. Acesso em 10/05/2017.

LÉLIS, João Caldeira. **Planejamento com Arte e Técnica**. Brasport, 2011.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da produção**. Ed. 2. São Paulo: Saraiva, 2005.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MELHADO, S.B. & VIOLANI, M.A.F. **Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1992

OLIVEIRA, Guilherme Bueno de. **Microsoft Project 2010 & Gestão de Projetos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

PALHOTA, Thais da Fonseca. **Gestão de Prazos em Obras de Edificações Considerando os Paradigmas Atuais da Construção Civil**. 2016. 113 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2016.

PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de Técnicas de Controle e Planejamento em Edificações**. 2014. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. Global Standard, Pennsylvania, USA, 2013.

RESENDE, Carlos César Rigueti de. **Atrasos de Obra Devido a Problemas no Gerenciamento**. 2013. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2013.

SOUTO, Izanere Silva. **A importância da gestão de projetos em pequenas e médias empresas: um estudo de caso na Eletro Pedro Ltda – Paracatu/MG**. Paracatu: Tecsoma, 2011.

APÊNDICE 1 – QUANTITATIVOS

ITEM	CLASSE	CÓDIGO	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UND	QTD
1	SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.1				MOBILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS	VB	0
1.2	SEDI	73948/16	SINAPI	LIMPEZA DO TERRENO (CORTE, REMOÇÃO E DESCARTE DE VEGETAÇÃO E LIXO)	m²	200,00
1.3	SERT	74077/2	SINAPI	LOCAÇÃO OU MARCAÇÃO DE OBRA (EXECUÇÃO OU INSTALAÇÃO DE GABARITO)	m²	200,00
2	INFRAESTRUTURA					
2.1	MOVT	93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS (0,60 m x 0,60 m)	m³	27,76
2.2	MOVT	72915	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECÂNICA (COM RETROESCAVADEIRA)	m³	27,76
2.3	FUES	94962	SINAPI	EXECUÇÃO DE LASTRO DE CONCRETO NOS LOCAIS DOS PILARES (e = 0,10 m)	m³	0,58
2.4	FUES	95467	SINAPI	BLOCO CORRIDO (EMBASAMENTO C/ PEDRA ARGAMASSADA) 0,60 m x 0,60 m	m³	27,76
2.5	PARE	95474	SINAPI	ALVENARIA DE EMBASAMENTO (PAREDE DE MEIO TIJOLO)	m²	6,75
2.6	FUES	92718	SINAPI	ARRANQUES DE PILAR EM CONCRETO ARMADO	m³	0,17
2.7	FUES	93204	SINAPI	CINTA INFERIOR DE AMARRAÇÃO (0,20 m x 0,20 m)	m³	2,70
2.8	IMPE	83742	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DA CINTA	m²	54,00
2.9	MOVT	94319	SINAPI	ATERRO MANUAL DE VALAS E COMPACTAÇÃO MECANIZADA (PROFUNDIDADE MÉDIA DE 1,20 m)	m³	46,95
2.10	MOVT	55835	SINAPI	REATERRO INTERNO (EDIFICAÇÕES) COMPACTADO MANUALMENTE	m³	46,95
2.11	FUES	94966	SINAPI	CONCRETO FCK = 30 MPA, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	m³	2,87
3	SUPERESTRUTURA					
3.1	PARE	87519	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO (PAREDE DE MEIO TIJOLO)	m²	202,56
3.2	FUES	93182	SINAPI	VERGAS E CONTRAVERGAS PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO	m	27,75
3.3	FUES	92718	SINAPI	PILARES EM CONCRETO ARMADO	m³	0,87
3.4	FUES	92742	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS DA CAIXA D'ÁGUA COM USO DE BALDES	m³	0,149
3.5	FUES	92742	SINAPI	CONCRETAGEM DA LAJE DA CAIXA D'ÁGUA COM USO DE BALDES	m³	0,804
3.6	FUES	93204	SINAPI	CINTA SUPERIOR DE AMARRAÇÃO	m³	1,41
3.7	IMPE	74066/2	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DA CAIXA D'ÁGUA	m²	10,92
3.8	FUES	94966	SINAPI	CONCRETO FCK = 30 MPA, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	m³	3,23
4	COBERTURA					
4.1	COBE	92541	SINAPI	COBERTURA COM TRAMA EM MADEIRA (i = 27 %)	m²	99,34
4.2	COBE	94201	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL TIPO COLONIAL	m²	99,34
4.3	COBE	94221	SINAPI	CUMEEIRA EM TELHA CERÂMICA COLONIAL E BEIRAL	m	34,20

5	REVESTIMENTO DE PAREDES					
5.1	REVE	87905	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	m²	334,35
5.2	REVE	87775	SINAPI	REBOCO PAULISTA PAREDES INTERNAS (e = 2,00 cm)	m²	196,36
5.3	REVE	87779	SINAPI	REBOCO PAULISTA PAREDES EXTERNAS (e = 3,00 cm)	m²	137,99
6	FÔRRO					
6.1	REVE	73986/1	SINAPI	FÔRRO DE GESSO EM PLACAS 60X60 CM, E = 1,20 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO C/ ARAME	m²	52,95
6.2	SEDI	73948/9	SINAPI	LIMPEZA DO FÔRRO	m²	52,95
7	PREPARAÇÃO DO PISO EM CONCRETO					
7.1	PISO	87630	SINAPI	CONTRAPISO EM CONCRETO MAGRO (e = 3,00 cm)	m²	67,07
8	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES DE ÁREAS MOLHADAS E PISO					
8.1	REVE	87246	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO	m²	70,47
8.2	REVE	87242	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES	m²	67,03
8.3	PISO	84161	SINAPI	SOLEIRAS DE GRANITO OU MÁRMORE, LARGURA 15 CM	m	9,30
8.4	SEDI	73948/3	SINAPI	LIMPEZA DE AZULEJO	m²	137,50
9	PINTURA					
9.1	SEDI	73948/2	SINAPI	LIMPEZA/PREPARO DE SUPERFÍCIE PARA PINTURA	m²	237,90
9.2	PINT	88415	SINAPI	APLICAÇÃO DE SELADOR ACRÍLICO AMBIENTE INTERNO E EXTERNO (2 DEMÃOS)	m²	237,90
9.3	PINT	88497	SINAPI	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LATÉX EM PAREDES (2 DEMÃOS)	m²	99,91
9.4	PINT	88487	SINAPI	PINTURA COM TINTA PVA OU LATEX PARA AMBIENTES INTERNOS	m²	99,91
9.5	PINT	95626	SINAPI	APLICAÇÃO DE TINTA ACRÍLICA PARA AMBIENTE EXTERNO (2 DEMÃOS)	m²	137,99
10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
10.1	INEL	83443	SINAPI	CAIXA DE PASSAGEM 20X20X25 FUNDO COM BRITA E TAMPA	und	1
10.2	INEL	93953	SINAPI	INTERRUPTOR 10A/250V INCLUINDO SUPORTE E PLACA	und	7
10.3	INEL	83469	SINAPI	LUMINÁRIAS	und	11
10.4	INEL	90447	SINAPI	RASGO EM ALVENARIA	m	91,14
10.5	INEL	90456	SINAPI	QUEBRA EM ALVENARIA	und	27
10.6	INEL	90466	SINAPI	CHUMBAMENTO	m	91,14
10.7	INEL	91940	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4X2" DE EMBUTIR	und	27
10.8	INEL	91996	SINAPI	TOMADA (2P+T)	und	16
10.9	INEL	74131/5	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	und	1
10.10	INEL	9540	SINAPI	ENTRADA DE ENERGIA ÁREA MONOFÁSICA, INCLUSIVE CABEAMENTO, PROTETOR E ATERRAMENTO	und	1
10.11	INEL	91924	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\leq$ 1,50 MM², ANTI CHAMA 450/750 V	m	123
10.12	INEL	91926	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\leq$ 2,50 MM², ANTI CHAMA 450/750 V	m	257,75
10.13	INEL	91928	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\leq$ 4,00 MM², ANTI	m	60,39

				CHAMA 450/750 V		
10.14	INEL	91930	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\varnothing$ 6,00 MM ² , ANTI CHAMA 450/750 V	m	44,55
10.15	INEL	68069	SINAPI	INSTALAÇÃO DE HASTE PARA ATERRAMENTO	und	1
10.16	INEL	91854	SINAPI	ELETRODUTO CORRUGADO FLEXÍVEL, PVC, DN 25 MM, INSTALADO EM PAREDE	m	76,29
11	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS					
11.1	INHI	89985	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMAD	und	2,00
11.2	INHI	89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMAD	und	1,00
11.3	INHI	89711	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 40 MM	m	5,10
11.4	INHI	89712	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 50 MM	m	10,62
11.5	INHI	89713	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 75 MM	m	2,50
11.6	INHI	89714	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 100 MM	m	19,00
11.7	INHI	89482	SINAPI	CAIXA SIFONADA	und	2,00
11.8	INHI	74104/1	SINAPI	CAIXAS DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 0,60X0,60X0,60M	und	3,00
11.9	INHI	74051/1	SINAPI	CAIXA DE GORDURA	und	1,00
11.10	MOVT	93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO	m ³	9,52
11.11	MOVT	72915	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA PARA FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO	m ³	9,52
11.12	FUES	94962	SINAPI	FOSSA SÉPTICA - LASTRO DE CONCRETO	m ³	0,18
11.13	PARE	87519	SINAPI	FOSSA SÉPTICA - PAREDES	m ²	10,92
11.14	FUES	92742	SINAPI	FOSSA SÉPTICA - LAJE	m ³	1,80
11.15	REVE	87779	SINAPI	FOSSA SÉPTICA - REVESTIMENTO INTERNO	m ²	9,36
11.16	PARE	87519	SINAPI	SUMIDOURO - PAREDES (UM TIJOLO)	m ²	14,15
11.17	INHI	92742	SINAPI	SUMIDOURO - LAJE	m ³	2,27
11.18	INHI	89355	SINAPI	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 20 MM	m	17,10
11.19	INHI	89356	SINAPI	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 25 MM	m	14,30
11.20	INHI	89357	SINAPI	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 32 MM	m	5,50
11.21	INHI	89366	SINAPI	JOELHO 90°, BUCHA DE LATÃO, PVC SOLDÁVEL, DN 25 MM	und	11,00
11.22	INHI	90443	SINAPI	RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS C/ DIÂMETROS INFERIORES A 40 MM	m	19,80
11.23	INHI	90466	SINAPI	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA DIÂMETROS INFERIORES A 40 MM	m	19,80
11.24	INHI	95634	SINAPI	CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA, EM PVC SOLDÁVEL $\varnothing$ 20 MM, INCLUSIVE HIDRÔMETRO	und	1,00
12	ESQUADRIAS					
12.1	ESQV	90817	SINAPI	BATENTE PARA PORTA DE 80X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	und	1
12.2	ESQV	90807	SINAPI	BATENTE PARA PORTA DE 70X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	und	3
12.3	ESQV	90805	SINAPI	BATENTE PARA PORTA DE 60X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	und	2

12.4	ESQV	90819	SINAPI	BATENTE PARA PORTA DE 100X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	und	1
12.5	ESQV	90820	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 60X210CM, E=3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	und	2
12.6	ESQV	90821	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 70X210CM, E=3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	und	3
12.7	ESQV	90822	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 80X210CM, E=3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	und	1
12.8	ESQV	90823	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 100X210CM, E=3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	und	1
12.9	ESQV	94570	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO, FIXAÇÃO COM PARAFUSO, COM VIDROS	m²	3,12
13	LOUÇAS E METAIS					
13.1	INHI	86947	SINAPI	LAVATÓRIO, INCLUÍDO BANCADA EM GRANITO, SIFÃO	und	2
13.2	INHI	93441	SINAPI	PIA DE COZINHA	und	2
13.3	INHI	95469	SINAPI	VASO SANITÁRIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA	und	2
13.4	SEDI	74086/1	SINAPI	LIMPEZA DE LOUÇAS E METAIS	und	6
14	SERVIÇOS COMPLEMENTARES					
14.1				TESTE DAS INSTALAÇÕES	und	
14.2				DESMOBILIZAÇÃO DE MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS	VB	0
14.3	SEDI	9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	200,00
14.4				ENTREGA DA OBRA	und	

APÊNDICE 3 – TAREFAS CRÍTICAS

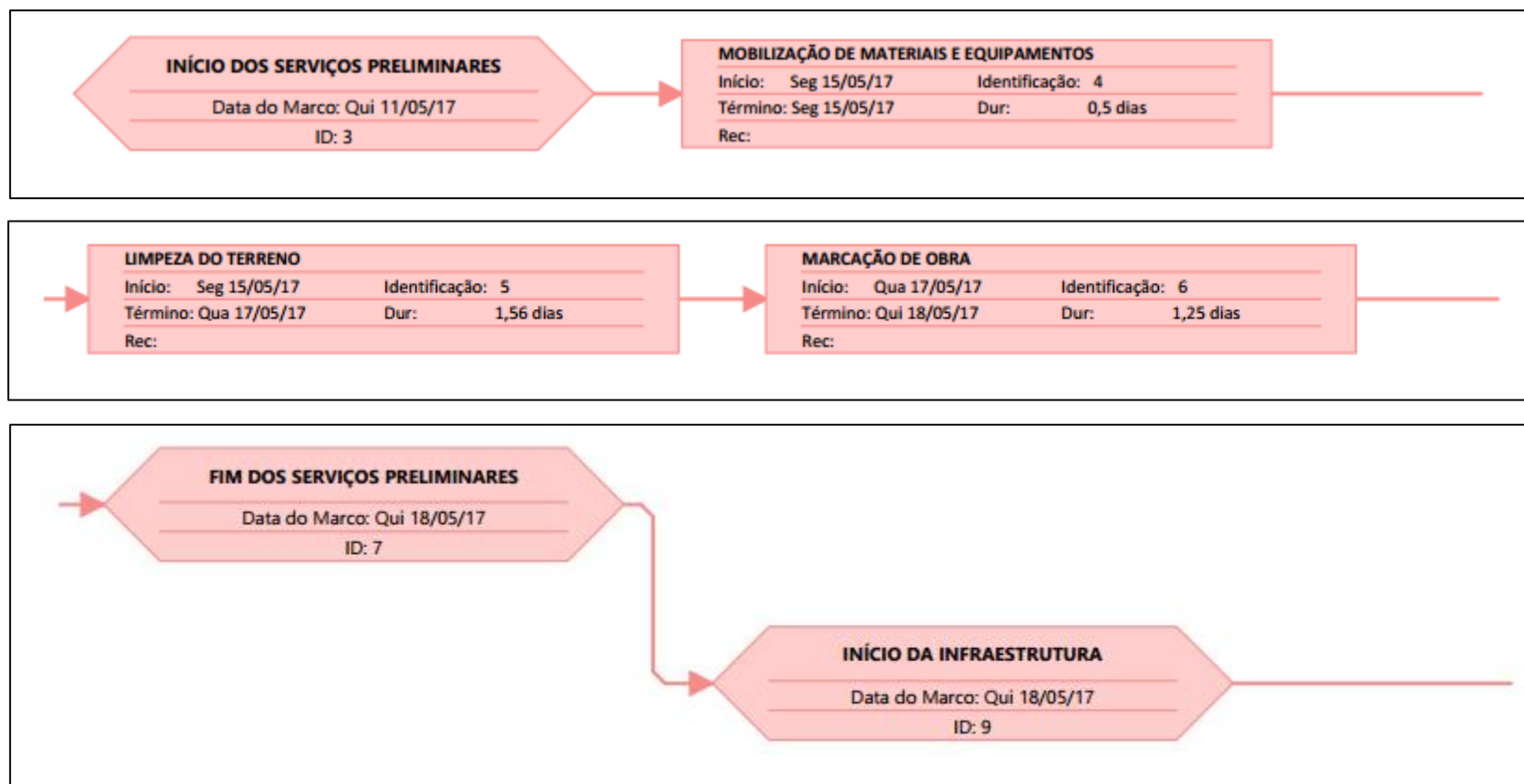
ID	SERVIÇO	DURAÇÃO	INÍCIO	TÉRMINO	PREDECESSORA
1	CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	112,29 dias	Qui 11/05/17	Qua 18/10/17	-
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	3,31 dias	Qui 11/05/17	Qui 18/05/17	-
3	INÍCIO DOS SERVIÇOS PRELIMINARES	0 dias	Qui 11/05/17	Qui 11/05/17	
4	MOBILIZAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	0,5 dias	Seg 15/05/17	Seg 15/05/17	3
5	LIMPEZA DO TERRENO	1,56 dias	Seg 15/05/17	Qua 17/05/17	4
6	MARCAÇÃO DE OBRA	1,25 dias	Qua 17/05/17	Qui 18/05/17	5
7	FIM DOS SERVIÇOS PRELIMINARES	0 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	6
8	INFRAESTRUTURA	16,65 dias	Qui 18/05/17	Sex 09/06/17	-
9	INÍCIO DA INFRAESTRUTURA	0 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	7
10	ESCAVAÇÃO MECÂNICA (COM RETROESCAVADEIRA)	0,22 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	9
11	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA PARA FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO	0,07 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	10
12	EXECUÇÃO DE LASTRO DE CONCRETO NOS LOCAIS DOS PILARES (e = 0,10 m)	0,09 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	10
13	FOSSA SÉPTICA - LASTRO DE CONCRETO	0,03 dias	Qui 18/05/17	Qui 18/05/17	11
14	FOSSA SÉPTICA - PAREDES	1,06 dias	Qui 18/05/17	Sex 19/05/17	13
15	FOSSA SÉPTICA - LAJE	0,77 dias	Sex 19/05/17	Seg 22/05/17	14
16	FOSSA SÉPTICA - REVESTIMENTO INTERNO	0,34 dias	Seg 22/05/17	Seg 22/05/17	15
17	SUMIDOURO - PAREDES (UM TIJOLO)	2,74 dias	Seg 22/05/17	Qui 25/05/17	16
18	SUMIDOURO - LAJE	0,97 dias	Qui 25/05/17	Sex 26/05/17	17
19	BLOCO CORRIDO (EMBASAMENTO C/ PEDRA ARGAMASSADA) 0,60 m x 0,60 m	5,2 dias	Sex 26/05/17	Sex 02/06/17	12
20	ALVENARIA DE EMBASAMENTO (PAREDE DE MEIO TIJOLO)	2,95 dias	Sex 02/06/17	Qua 07/06/17	19
21	ARRANQUES DE PILAR EM CONCRETO ARMADO	0,02 dias	Qua 07/06/17	Qua 07/06/17	20TT
22	CINTA INFERIOR DE AMARRAÇÃO (0,20 m x 0,20 m)	0,06 dias	Qua 07/06/17	Qua 07/06/17	21
23	IMPERMEABILIZAÇÃO DA CINTA	1,35 dias	Qua 07/06/17	Sex 09/06/17	22
24	ATERRO MANUAL DE VALAS E COMPACTAÇÃO MECANIZADA (PROFUNDIDADE MÉDIA DE 1,20 m)	1,74 dias	Qua 07/06/17	Sex 09/06/17	23II
25	CONCRETO FCK = 30 MPA, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	0,41 dias	Sex 09/06/17	Sex 09/06/17	24
26	FIM DA INFRAESTRUTURA	0 dias	Sex 09/06/17	Sex 09/06/17	25
27	SUPERESTRUTURA	29,33 dias	Sex 09/06/17	Sex 21/07/17	-
28	INÍCIO DA SUPERESTRUTURA	0 dias	Sex 09/06/17	Sex 09/06/17	26
29	ALVENARIA DE VEDAÇÃO (PAREDE DE MEIO TIJOLO)	19,62 dias	Sex 09/06/17	Sex 07/07/17	28
30	VERGAS E CONTRAVERGAS PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO	0,15 dias	Sex 07/07/17	Sex 07/07/17	29TT
31	PILARES EM CONCRETO ARMADO	0,1 dias	Sex 07/07/17	Sex 07/07/17	30TT
32	CONCRETAGEM DE VIGAS DA CAIXA D'ÁGUA COM USO DE BALDES	0,06 dias	Sex 07/07/17	Sex 07/07/17	29TT
33	CONCRETAGEM DA LAJE DA CAIXA D'ÁGUA COM USO DE BALDES	0,34 dias	Sex 07/07/17	Sex 07/07/17	32
34	CINTA SUPERIOR DE AMARRAÇÃO	0,03 dias	Sex 07/07/17	Sex 07/07/17	29TT

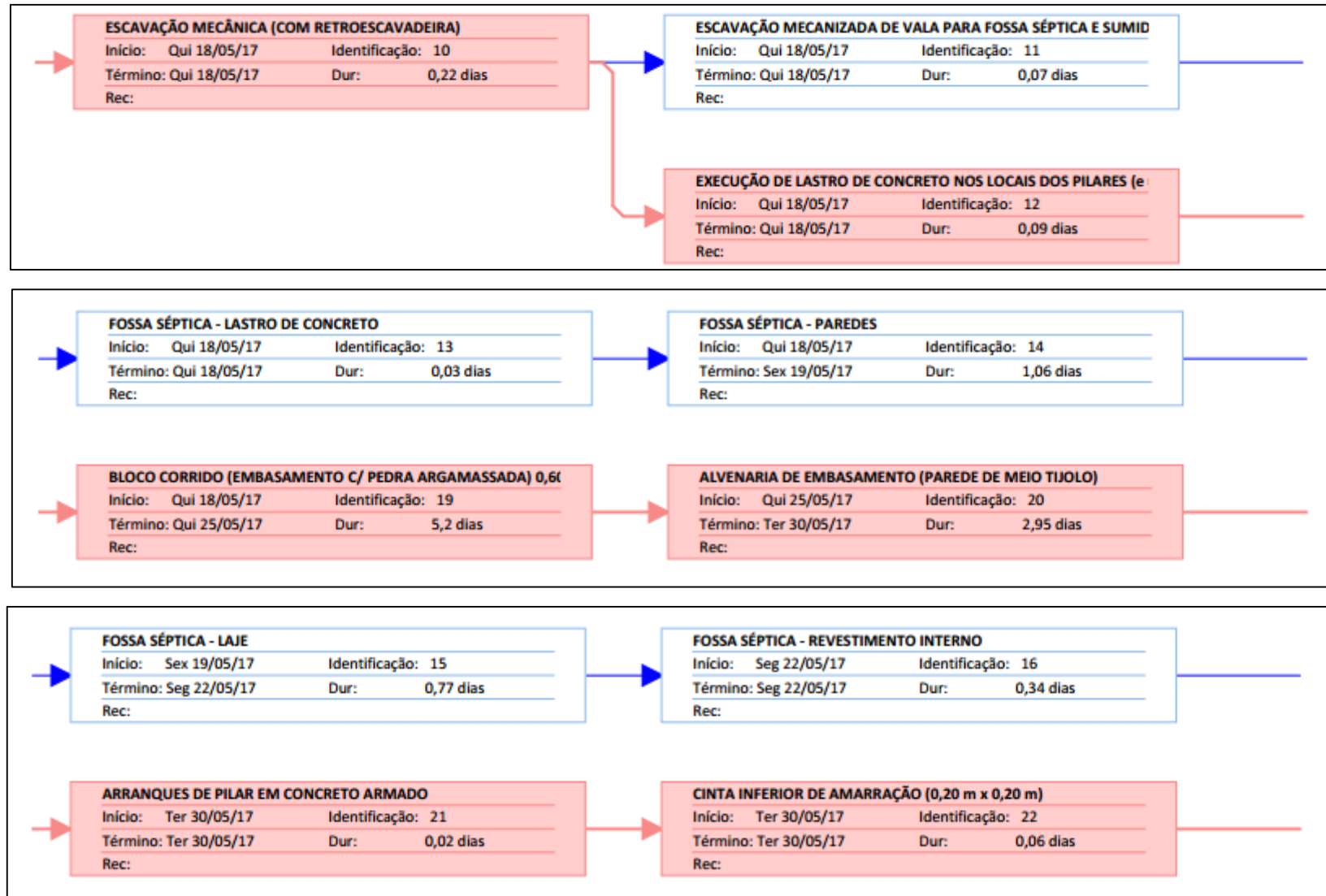
35	IMPERMEABILIZAÇÃO DA CAIXA D'ÁGUA	0,48 dias	Sex 07/07/17	Seg 10/07/17	34
36	CONCRETO FCK = 30 MPA, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	0,46 dias	Seg 10/07/17	Seg 10/07/17	35
37	RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS C/ DIÂMETROS INFERIORES A 40 MM	0,56 dias	Seg 10/07/17	Ter 11/07/17	36
38	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA DIÂMETROS INFERIORES A 40 MM	0,48 dias	Ter 11/07/17	Ter 11/07/17	37
39	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 20 MM	0,34 dias	Ter 11/07/17	Ter 11/07/17	38
40	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 25 MM	0,33 dias	Ter 11/07/17	Qua 12/07/17	39
41	TUBO, PVC SOLDÁVEL, DN 32 MM	0,15 dias	Qua 12/07/17	Qua 12/07/17	40
42	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 40 MM	0,1 dias	Qua 12/07/17	Qua 12/07/17	41
43	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 50 MM	0,25 dias	Qua 12/07/17	Qua 12/07/17	42
44	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 75 MM	0,09 dias	Qua 12/07/17	Qua 12/07/17	43
45	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL 100 MM	0,88 dias	Qua 12/07/17	Qui 13/07/17	44
46	JOELHO 90°, BUCHA DE LATÃO, PVC SOLDÁVEL, DN 25 MM	0,1 dias	Qui 13/07/17	Qui 13/07/17	45
47	RASGO EM ALVENARIA	1,23 dias	Qui 13/07/17	Seg 17/07/17	46
48	ELETRODUTO CORRUGADO FLEXÍVEL, PVC, DN 25 MM, INSTALADO	1,37 dias	Seg 17/07/17	Ter 18/07/17	47
49	QUEBRA EM ALVENARIA PARA COLOCAÇÃO DAS CAIXAS ELÉTRICAS	0,24 dias	Ter 18/07/17	Ter 18/07/17	48
50	CAIXA RETANGULAR 4X2" DE EMBUTIR	0,42 dias	Ter 18/07/17	Qua 19/07/17	49
51	CHUMBAMENTO	2,23 dias	Qua 19/07/17	Sex 21/07/17	50
52	FIM DA SUPERESTRUTURA	0 dias	Sex 21/07/17	Sex 21/07/17	51
53	COBERTURA	8,77 dias	Seg 10/07/17	Sex 21/07/17	-
54	INÍCIO DA COBERTURA	0 dias	Sex 21/07/17	Sex 21/07/17	52
55	COBERTURA COM TRAMA EM MADEIRA	2,48 dias	Seg 10/07/17	Qua 12/07/17	54
56	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA COLONIAL CAPA-CANAL	0,83 dias	Qui 13/07/17	Qui 13/07/17	55
57	CUMEEIRA EM TELHA CERÂMICA COLONIAL E BEIRAL	0,35 dias	Qui 13/07/17	Sex 14/07/17	56
58	FIM DA COBERTURA	0 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	57
59	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	1,01 dias	Sex 14/07/17	Seg 17/07/17	-
60	INÍCIO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	0 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	58
61	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMAD	0,04 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	60
62	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMAD	0,02 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	61
63	CAIXA SIFONADA	0,02 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	62
64	CAIXAS DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 0,60X0,60X0,60M	0,71 dias	Sex 14/07/17	Sex 14/07/17	63
65	CAIXA DE GORDURA	0,13 dias	Sex 14/07/17	Seg 17/07/17	64
66	CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA, EM PVC SOLDÁVEL ø 20 MM, INCLUSIVE HIDRÔMETRO	0,09 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	65
67	FIM DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	0 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	66
68	REVESTIMENTO DE PAREDES	20,81 dias	Seg 17/07/17	Seg 14/08/17	-
69	INÍCIO DO REVESTIMENTO DE PAREDES	0 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	67

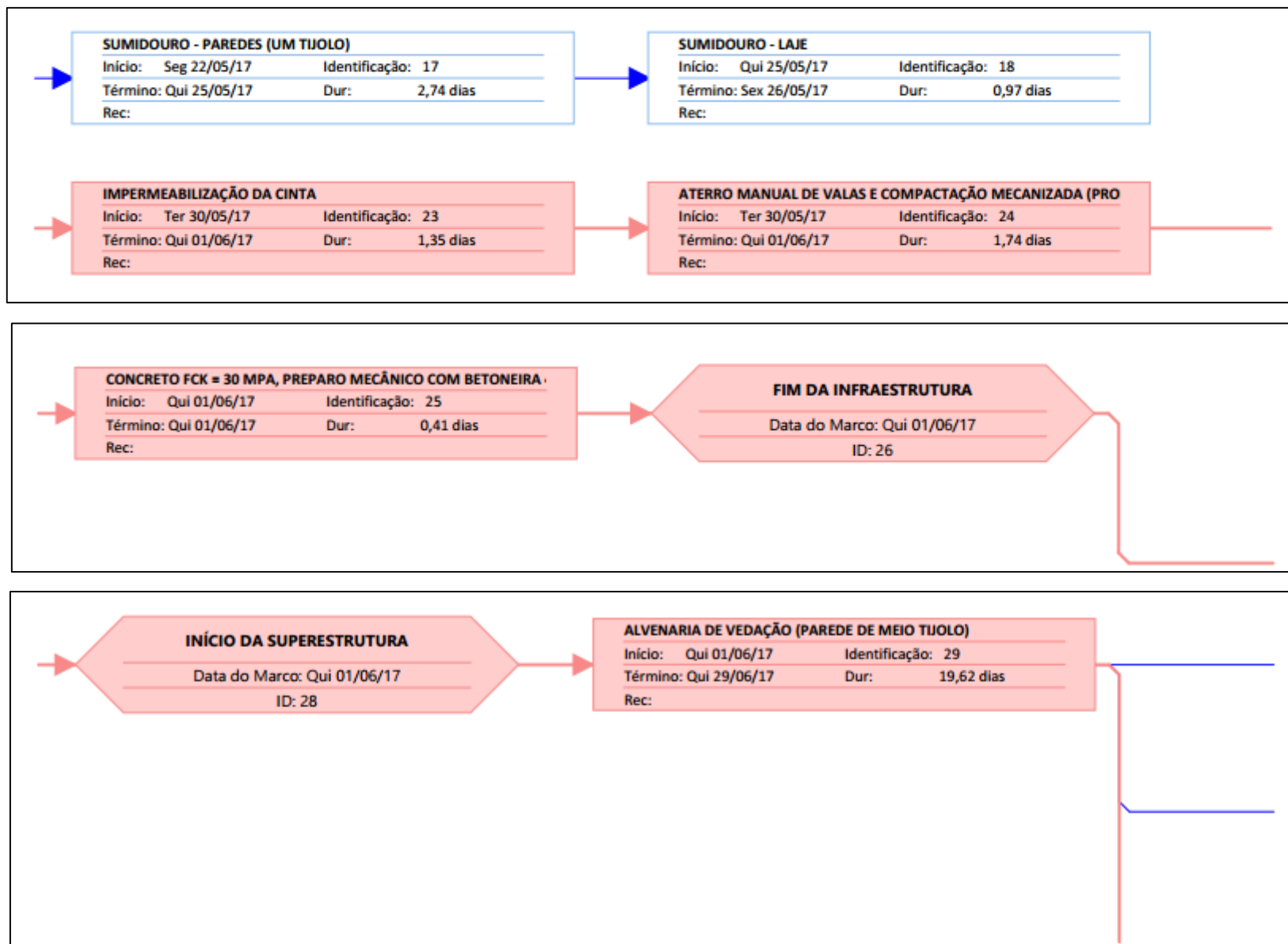
70	BATENTE PARA PORTA DE 80X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	0,09 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	69
71	BATENTE PARA PORTA DE 70X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	0,26 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	70
72	BATENTE PARA PORTA DE 60X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	0,15 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	71
73	BATENTE PARA PORTA DE 100X210CM, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA (SOMENTE INSTALAÇÃO)	0,1 dias	Seg 17/07/17	Seg 17/07/17	72
74	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	3,82 dias	Seg 17/07/17	Sex 21/07/17	69
75	REBOCO PAULISTA PAREDES INTERNAS (e = 2,00 cm)	9,57 dias	Sex 21/07/17	Qui 03/08/17	74
76	REBOCO PAULISTA PAREDES EXTERNAS (e = 3,00 cm)	7,42 dias	Qui 03/08/17	Seg 14/08/17	75
77	FIM DO REVESTIMENTO DE PAREDES	0 dias	Seg 14/08/17	Seg 14/08/17	76
78	FORRO	8,27 dias	Seg 14/08/17	Sex 25/08/17	-
79	INÍCIO DO FORRO	0 dias	Seg 14/08/17	Seg 14/08/17	77
80	FÔRRO DE GESSO EM PLACAS 60X60 CM, E = 1,20 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO C/ ARAME	3,31 dias	Ter 15/08/17	Sex 18/08/17	79
81	LIMPEZA DO FÔRRO	4,96 dias	Sex 18/08/17	Sex 25/08/17	80
82	FIM DO FORRO	0 dias	Sex 25/08/17	Sex 25/08/17	81
83	PREPARAÇÃO DO PISO	1,38 dias	Sex 25/08/17	Seg 28/08/17	-
84	CONTRAPISO EM CONCRETO MAGRO	1,38 dias	Sex 25/08/17	Seg 28/08/17	82
85	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES DE ÁREAS MOLHADAS E PISO	16,1 dias?	Seg 28/08/17	Ter 19/09/17	-
86	INÍCIO DO REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES DE ÁREAS MOLHADAS E PISO	1 dia?	Seg 28/08/17	Ter 29/08/17	84
87	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO	2,82 dias	Ter 29/08/17	Sex 01/09/17	86
88	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES	5,4 dias	Sex 01/09/17	Sex 08/09/17	87
89	SOLEIRAS DE GRANITO OU MÁRMORE, LARGURA 15 CM	0,23 dias	Sex 08/09/17	Seg 11/09/17	88
90	LIMPEZA DE AZULEJO	5,65 dias	Seg 11/09/17	Seg 18/09/17	89
91	FIM DO REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES DE ÁREAS MOLHADAS E PISO	1 dia	Seg 18/09/17	Ter 19/09/17	90
92	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	3,75 dias	Ter 19/09/17	Seg 25/09/17	-
93	INÍCIO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	0 dias	Ter 19/09/17	Ter 19/09/17	91
94	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\approx$ 1,50 MM ² , ANTI CHAMA 450/750 V	0,37 dias	Ter 19/09/17	Qua 20/09/17	93
95	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\approx$ 2,50 MM ² , ANTI CHAMA 450/750 V	0,97 dias	Qua 20/09/17	Qui 21/09/17	94
96	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\approx$ 4,00 MM ² , ANTI CHAMA 450/750 V	0,3 dias	Qui 21/09/17	Qui 21/09/17	95
97	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO $\approx$ 6,00 MM ² , ANTI CHAMA 450/750 V	0,29 dias	Qui 21/09/17	Qui 21/09/17	96
98	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO P/ 24 DISJUNTORES, PVC, EMBUTIR	0,38 dias	Qui 21/09/17	Sex 22/09/17	97
99	INTERRUPTOR 10A/250V INCLUINDO SUPORTE E PLACA	0,15 dias	Sex 22/09/17	Sex 22/09/17	98
100	LUMINÁRIAS	0,02 dias	Sex 22/09/17	Sex 22/09/17	99
101	TOMADAS (2P+T)	0,43 dias	Sex 22/09/17	Sex 22/09/17	100
102	ENTRADA DE ENERGIA ÁREA MONOFÁSICA, INCLUSIVE CABEAMENTO, PROTETOR E ATERRAMENTO	0,75 dias	Sex 22/09/17	Seg 25/09/17	101

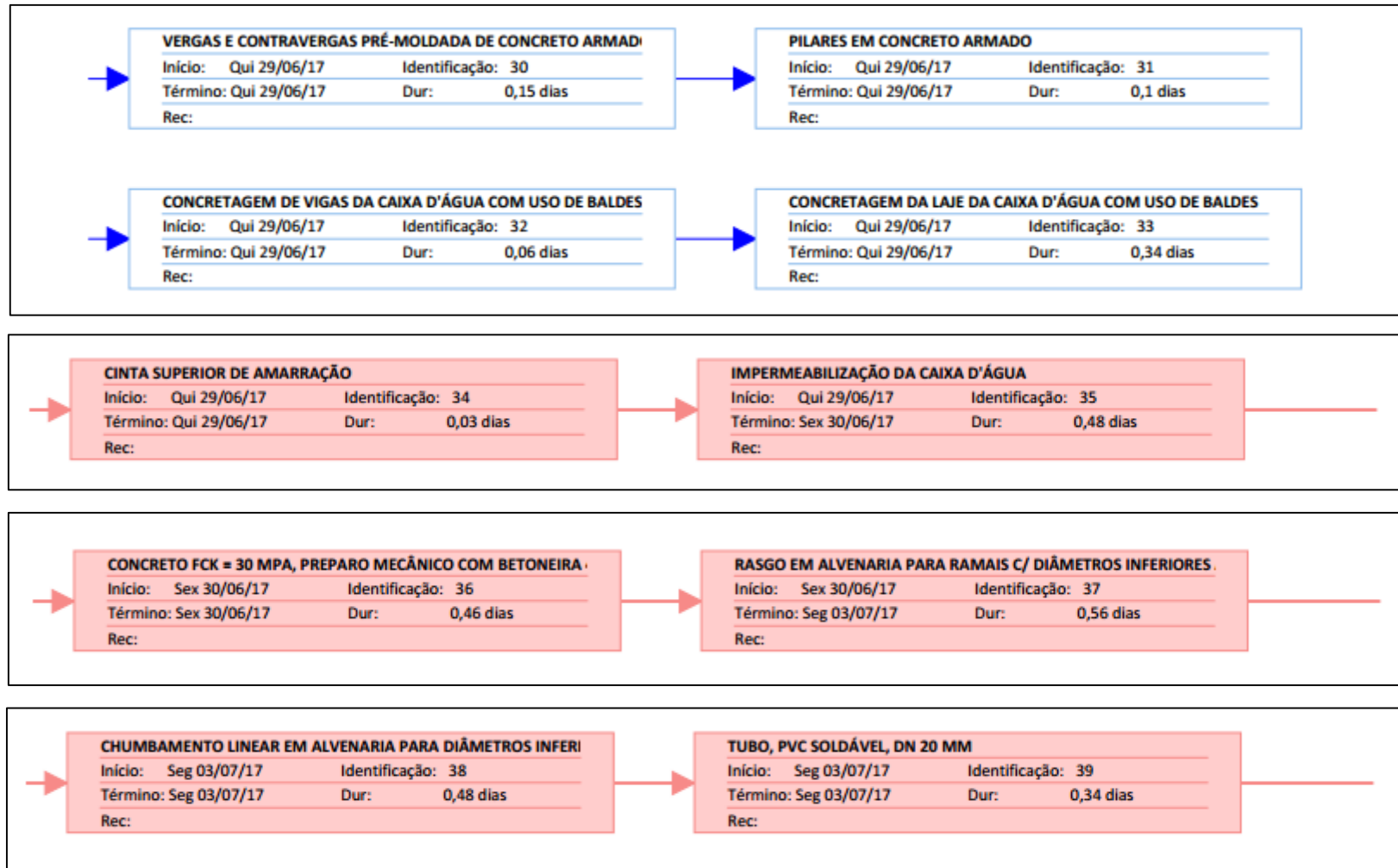
103	INSTALAÇÃO DE HASTE PARA ATERRAMENTO	0,05 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	102
104	CAIXA DE PASSAGEM 20X20X25 FUNDO COM BRITA E TAMPA	0,04 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	103
105	FIM DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	0 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	104
106	ESQUADRIAS	1,35 dias	Ter 19/09/17	Qui 21/09/17	-
107	INÍCIO DAS ESQUADRIAS	0 dias	Ter 19/09/17	Ter 19/09/17	93
108	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 60X210CM, E=3,5CM	0,32 dias	Ter 19/09/17	Qua 20/09/17	107
109	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 70X210CM, E=3,5CM	0,53 dias	Qua 20/09/17	Qua 20/09/17	108
110	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 80X210CM, E=3,5CM	0,19 dias	Qua 20/09/17	Qua 20/09/17	109
111	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 100X210CM, E=3,5CM	0,21 dias	Qua 20/09/17	Qua 20/09/17	110
112	JANELA DE ALUMÍNIO, FIXAÇÃO COM PARAFUSO, COM VIDROS	0,1 dias	Qui 21/09/17	Qui 21/09/17	111
113	FIM DAS ESQUADRIAS	0 dias	Qui 21/09/17	Qui 21/09/17	112
114	PINTURA	14 dias	Seg 25/09/17	Sex 13/10/17	-
115	INÍCIO DA PINTURA	0 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	105
116	LIMPEZA/PREPARO DE SUPERFÍCIE PARA PINTURA	7,43 dias	Seg 25/09/17	Qua 04/10/17	115
117	APLICAÇÃO DE SELADOR ACRÍLICO AMBIENTE INTERNO E EXTERNO (2 DEMÃOS)	0,8 dias	Qua 04/10/17	Qui 05/10/17	116
118	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LATÉX EM PAREDES (2 DEMÃOS)	1,95 dias	Qui 05/10/17	Seg 09/10/17	117
119	PINTURA COM TINTA PVA OU LATEX PARA AMBIENTES INTERNOS	0,85 dias	Seg 09/10/17	Ter 10/10/17	118
120	APLICAÇÃO DE TINTA ACRÍLICA PARA AMBIENTE EXTERNO (2 DEMÃOS)	2,97 dias	Ter 10/10/17	Sex 13/10/17	119
121	FIM DA PINTURA	0 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	120
122	LOUÇAS E METAIS	1,38 dias	Seg 25/09/17	Ter 26/09/17	-
123	INÍCIO DAS LOUÇAS E METAIS	0 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	115
124	LAVATÓRIO, INCLUÍDO BANCADA EM GRANITO, SIFÃO	0,48 dias	Seg 25/09/17	Seg 25/09/17	123
125	PIA DE COZINHA	0,31 dias	Seg 25/09/17	Ter 26/09/17	124
126	VASO SANITÁRIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA	0,1 dias	Ter 26/09/17	Ter 26/09/17	125
127	LIMPEZA DE LOUÇAS E METAIS	0,49 dias	Ter 26/09/17	Ter 26/09/17	126
128	FIM DAS LOUÇAS E METAIS	0 dias	Ter 26/09/17	Ter 26/09/17	127
129	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0,88 dias	Qui 12/10/17	Sex 13/10/17	-
130	INÍCIO DOS SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	121
131	TESTE DAS INSTALAÇÕES	0 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	130
132	DESMOBILIZAÇÃO DE MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS	0,5 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	131TT
133	LIMPEZA FINAL DA OBRA	0,88 dias	Qui 12/10/17	Sex 13/10/17	132TT
134	ENTREGA DA OBRA	0 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	133TT
135	FIM DOS SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17	134

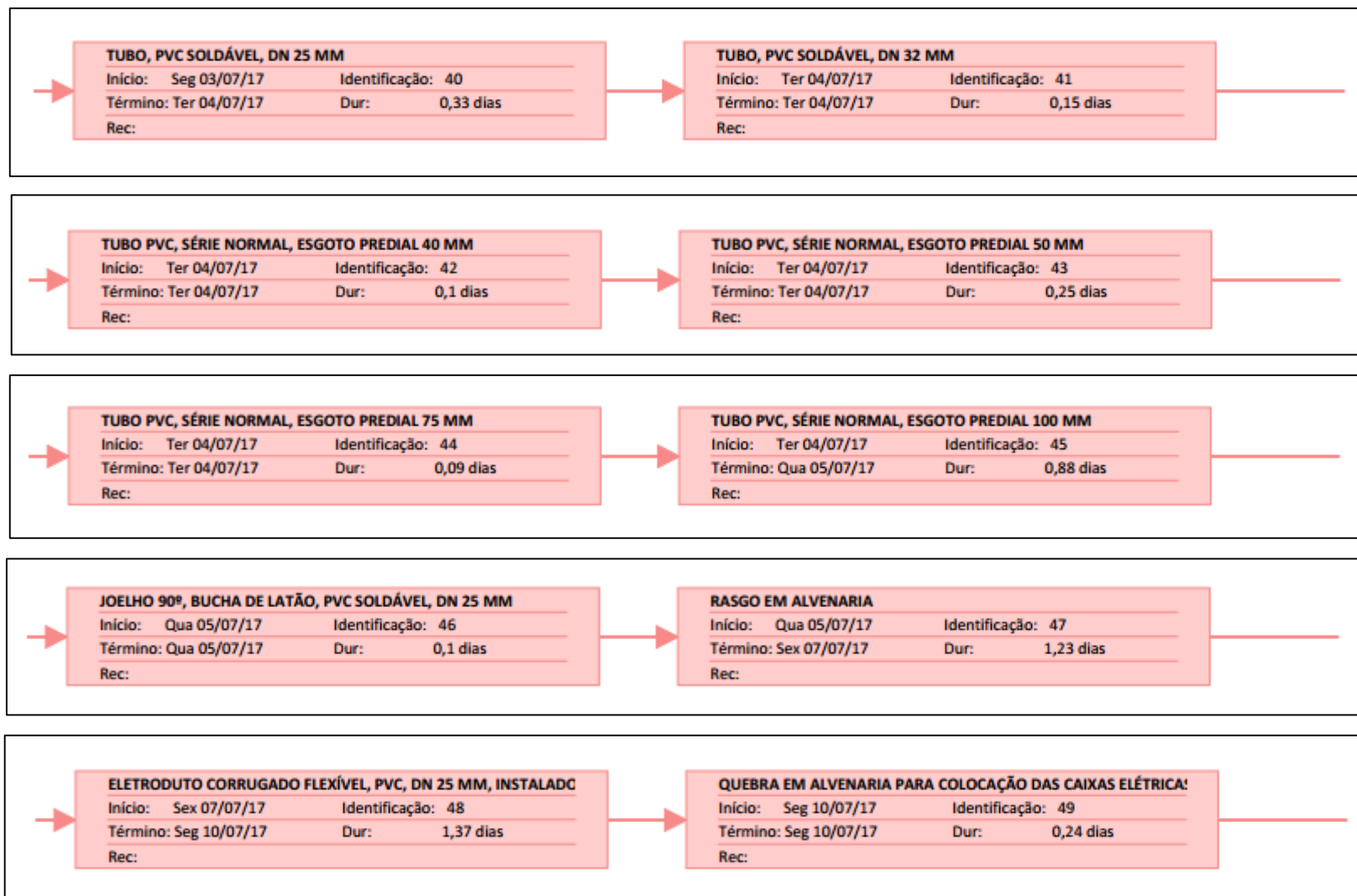
APÊNDICE 4 – DIAGRAMA DE REDE

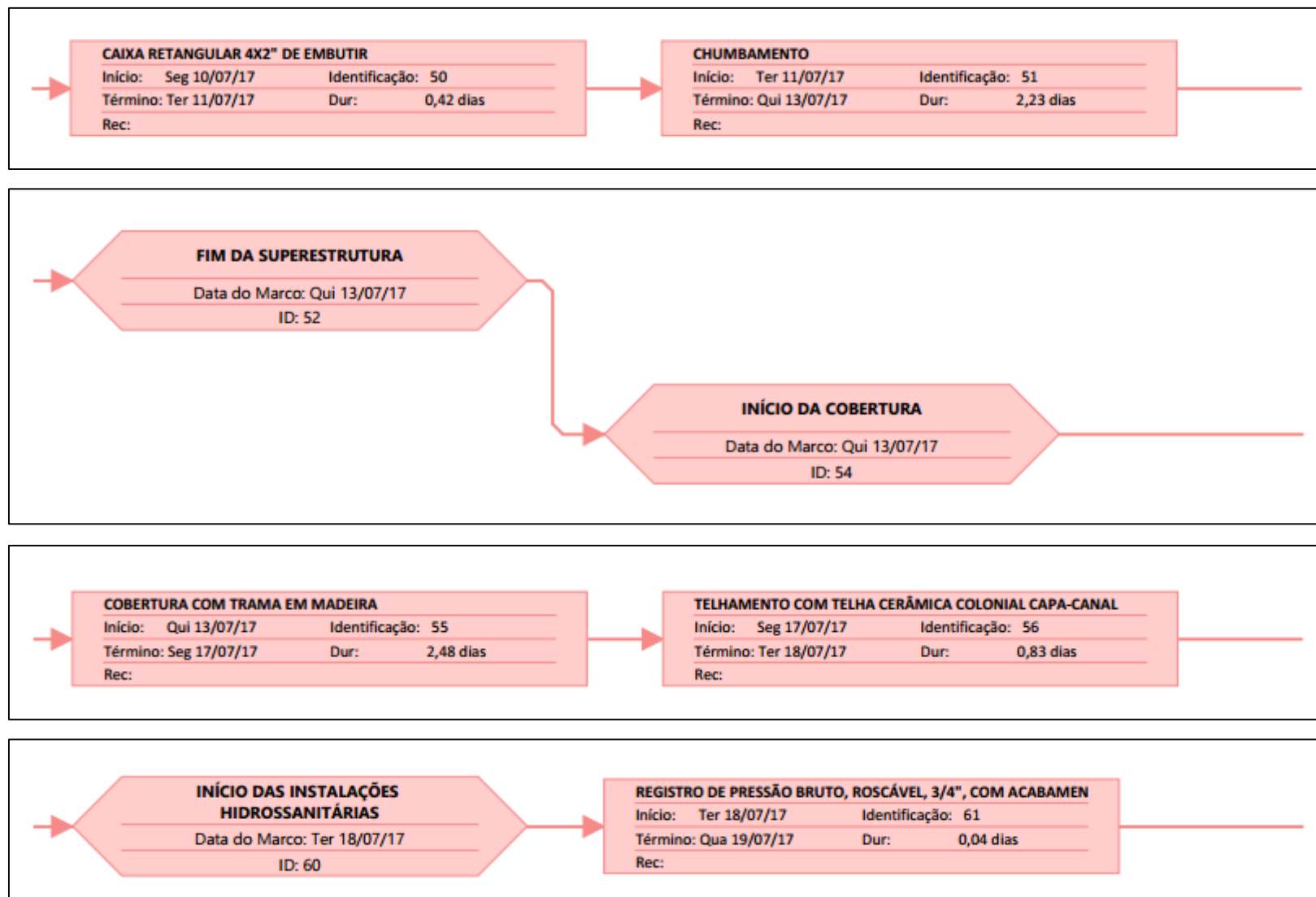


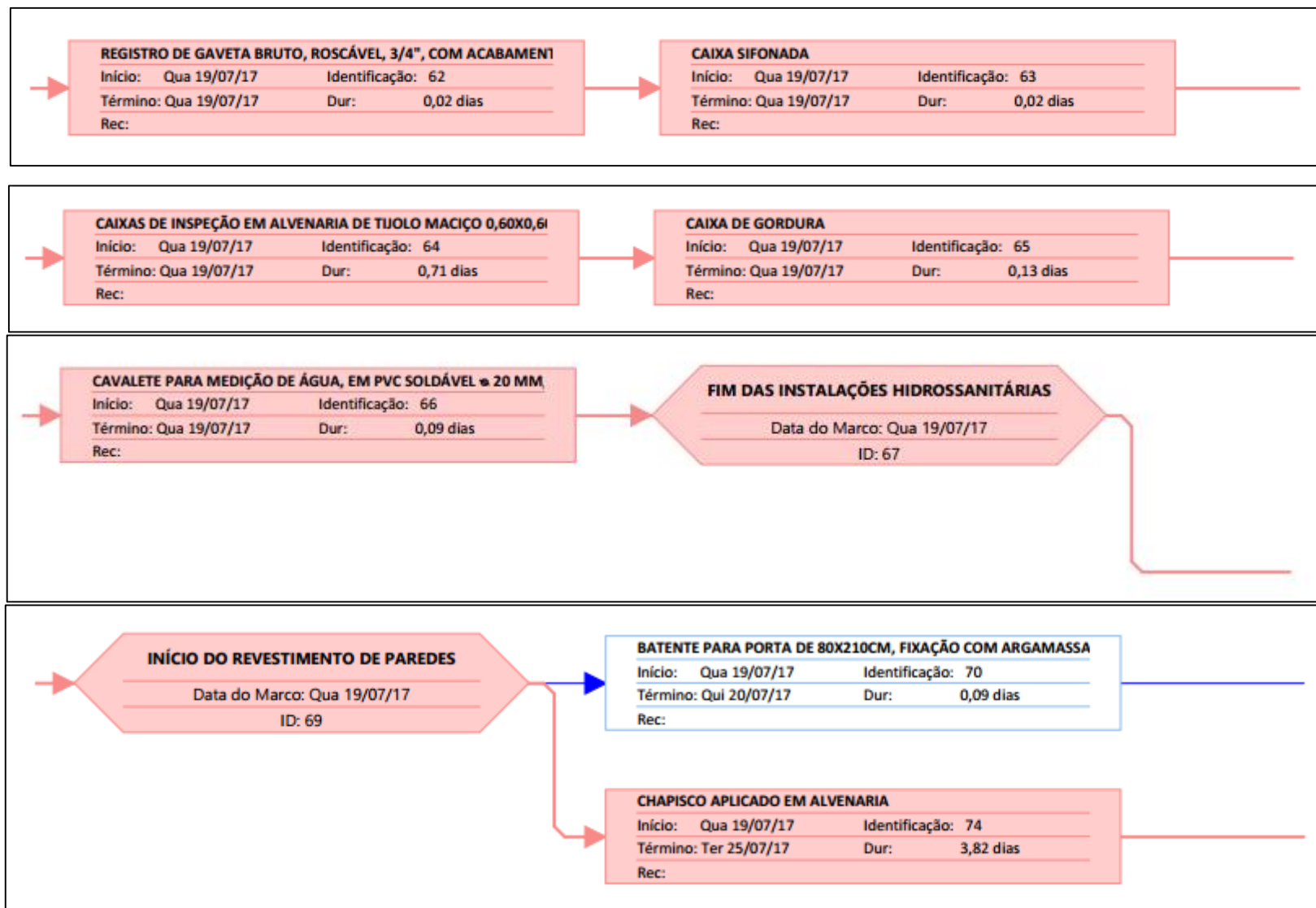


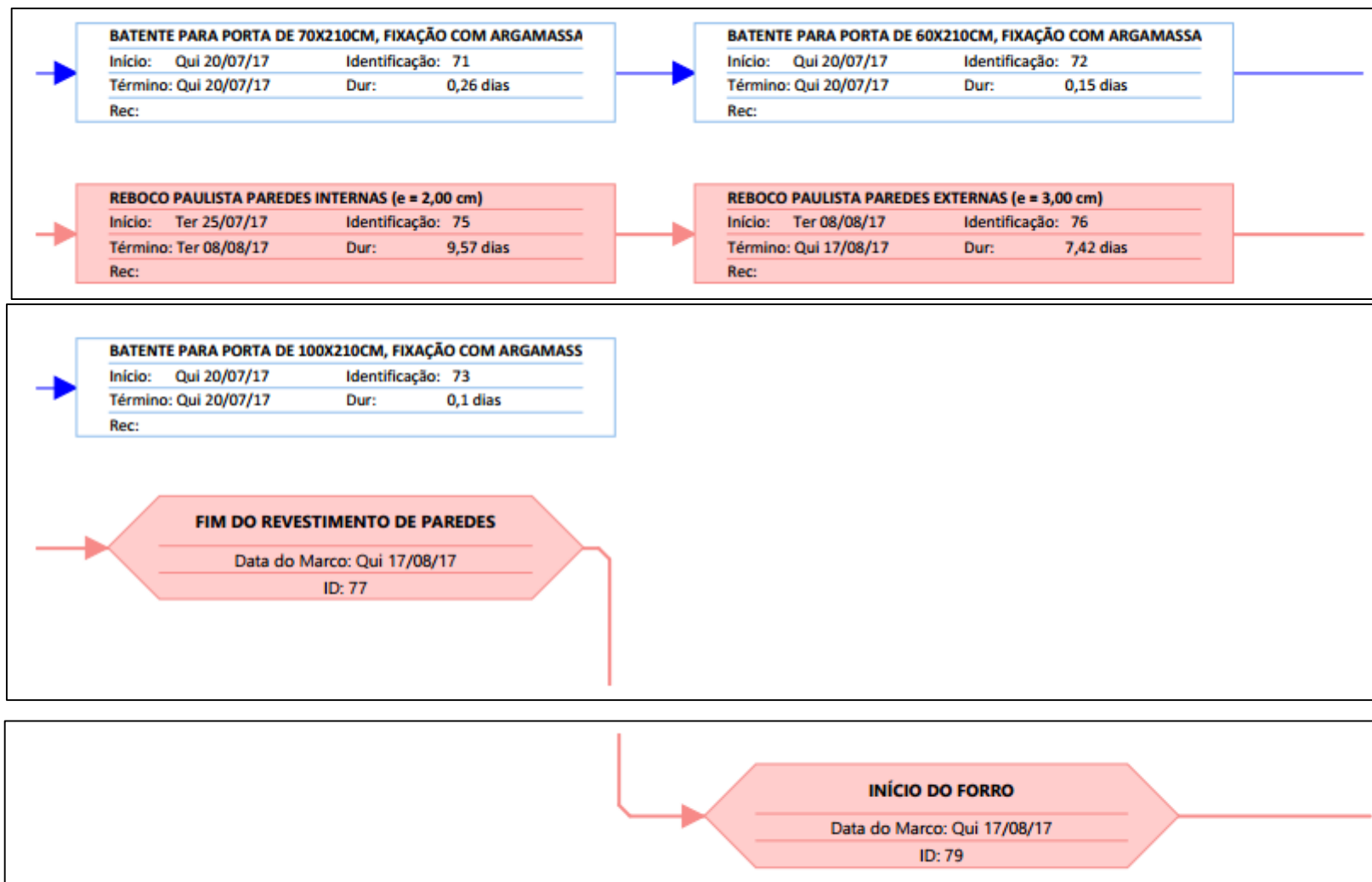


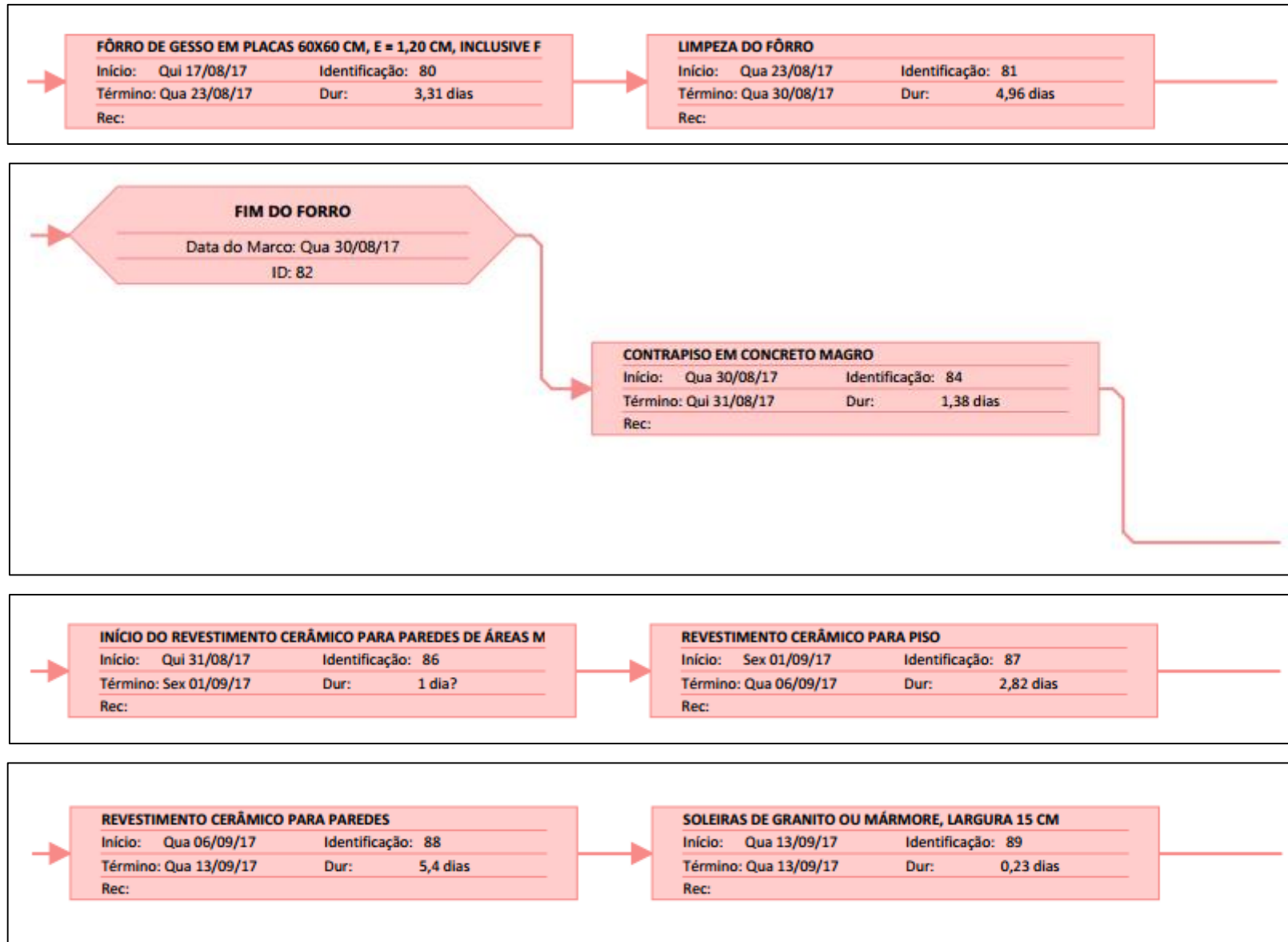


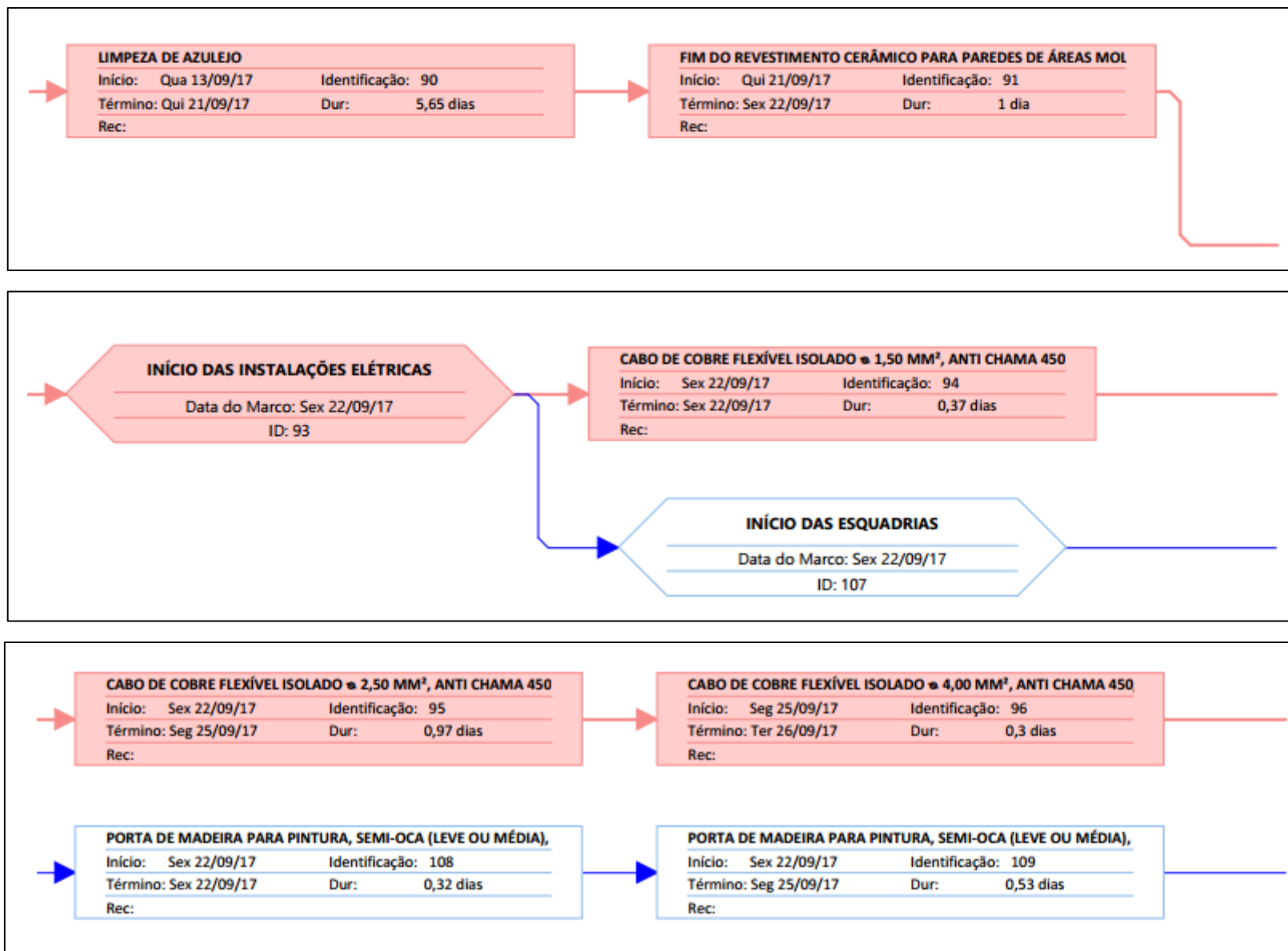


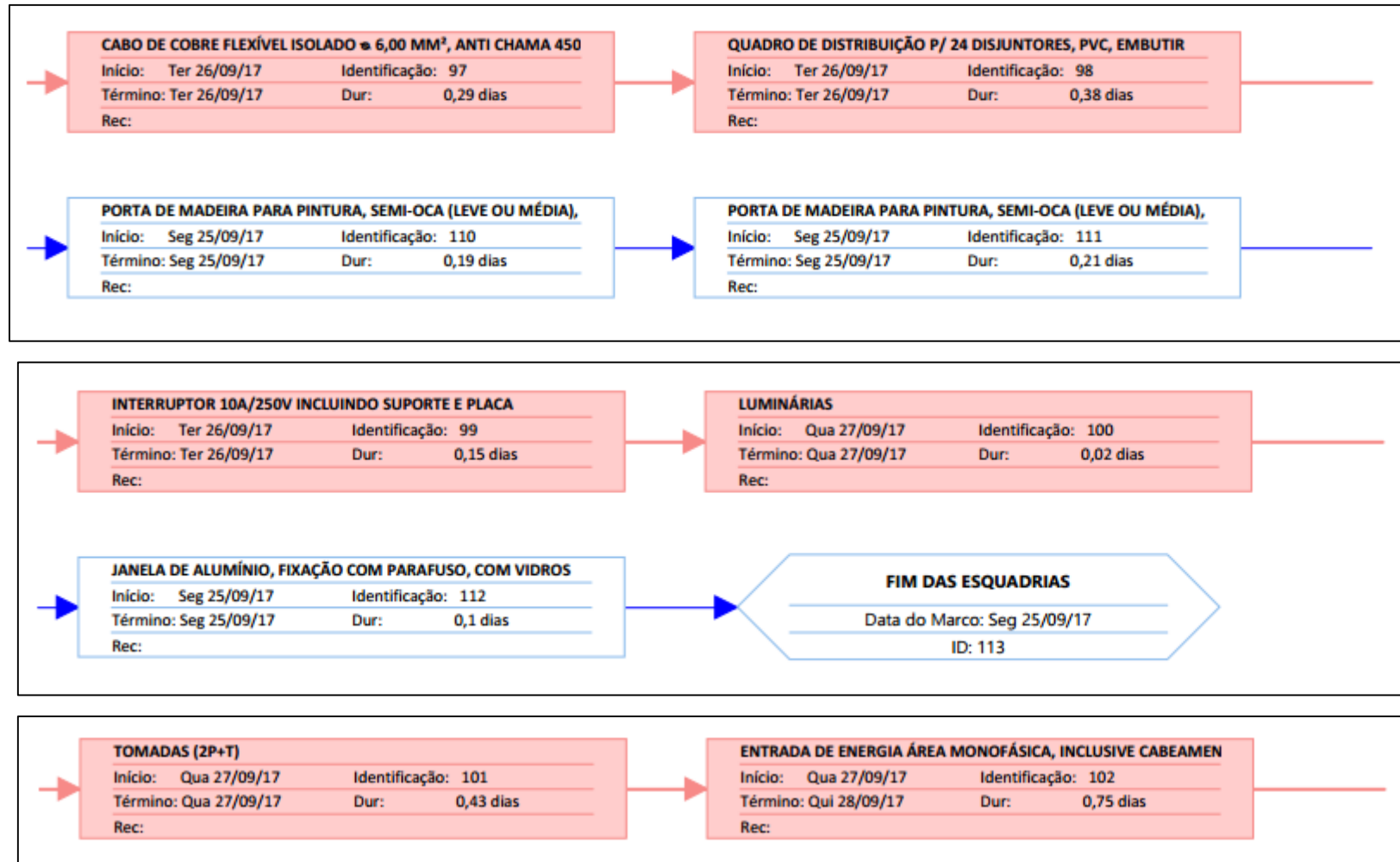


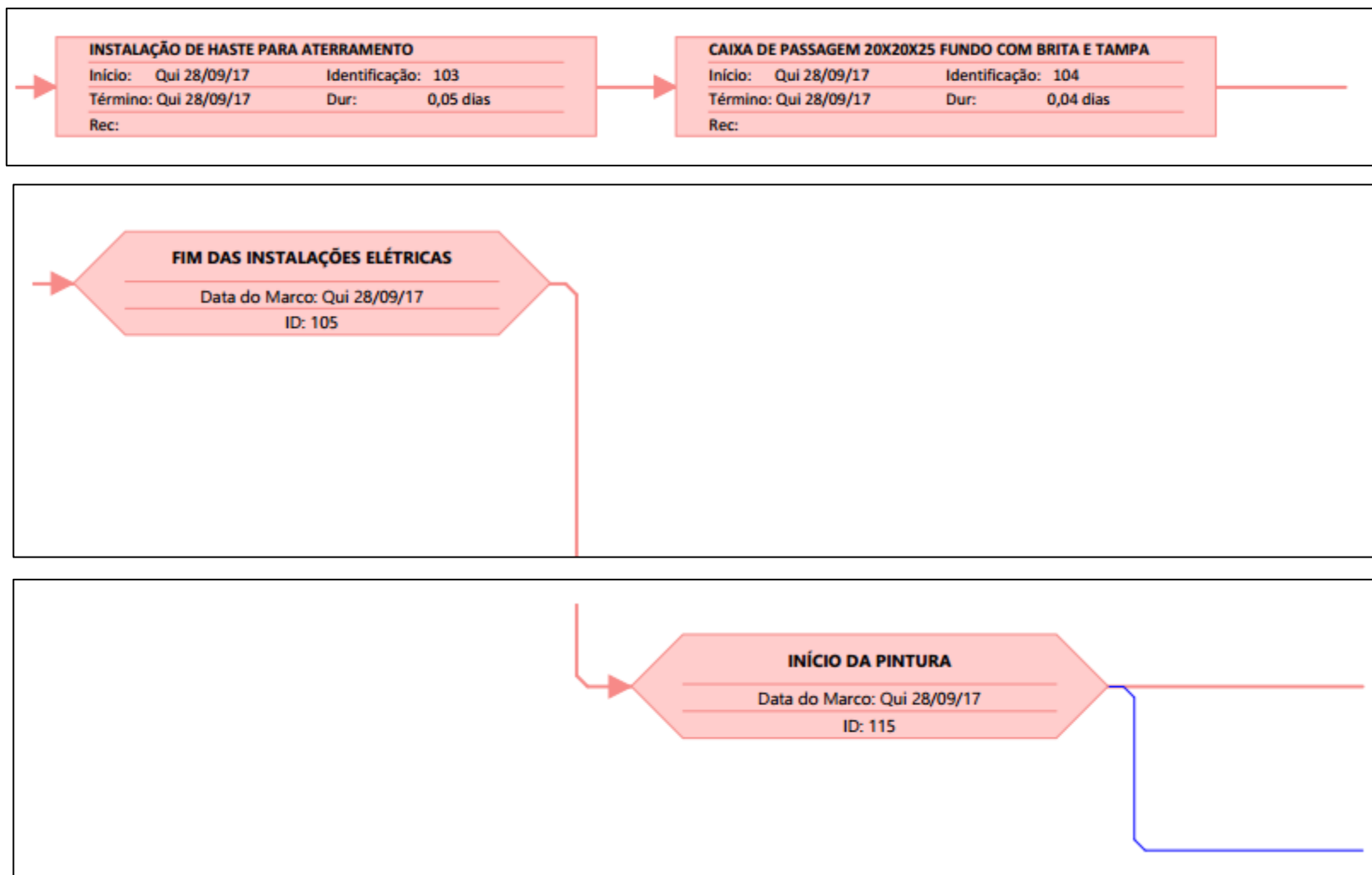


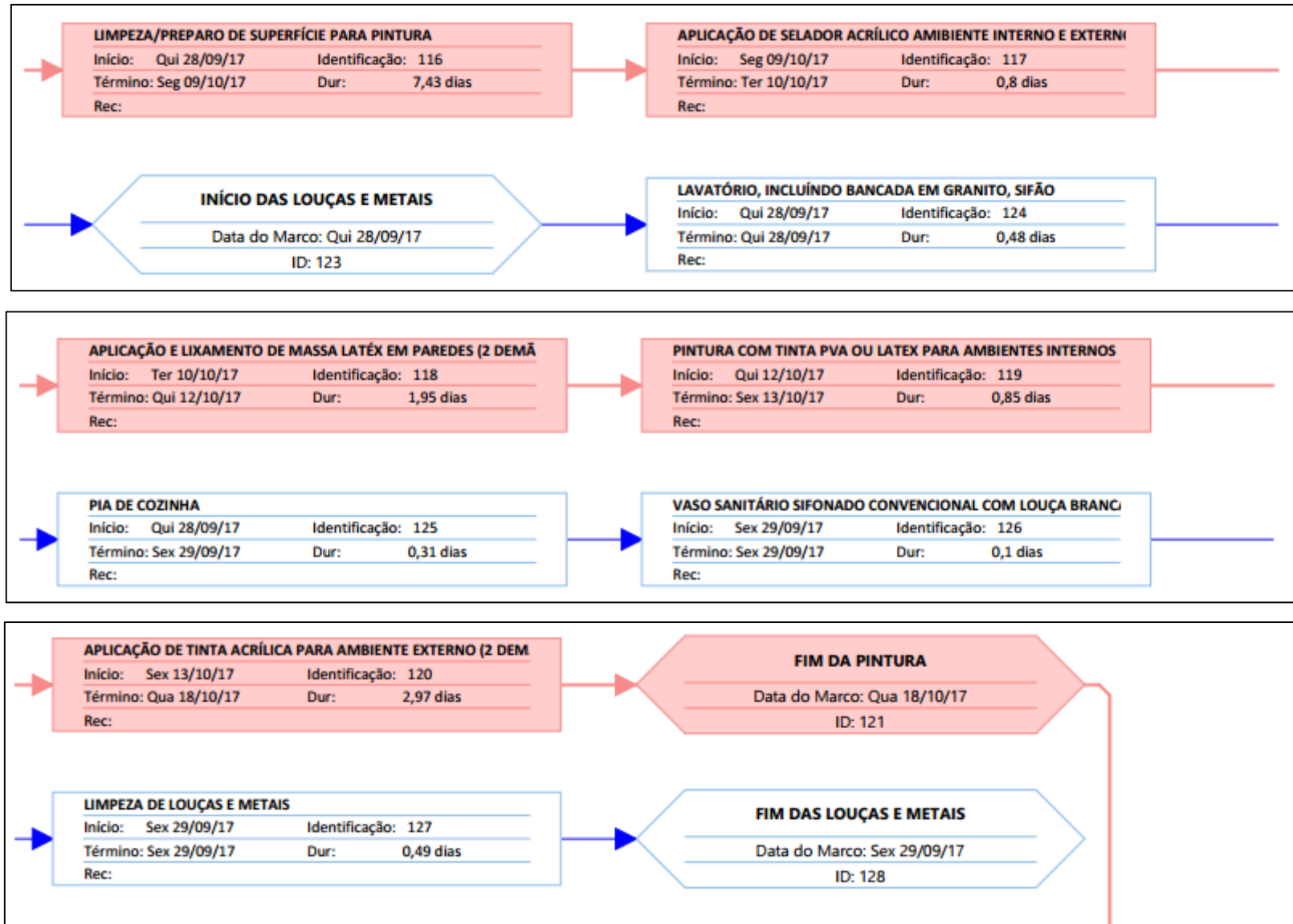


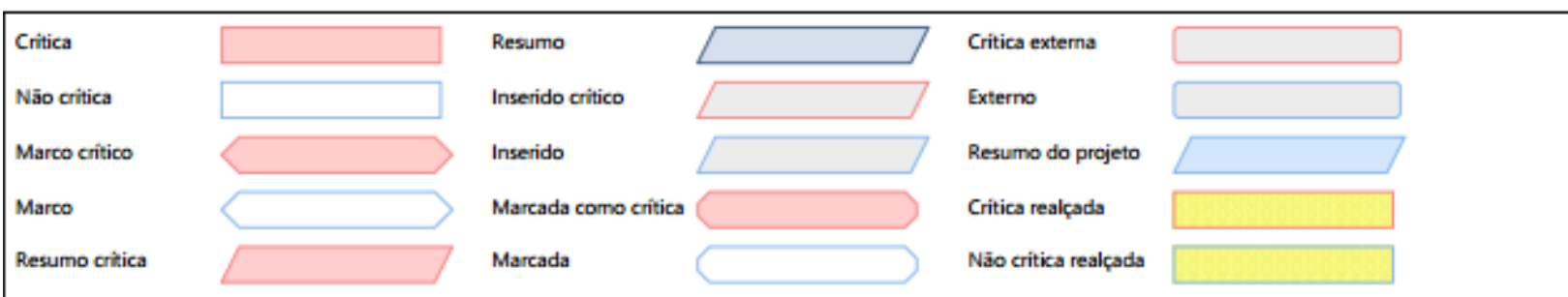
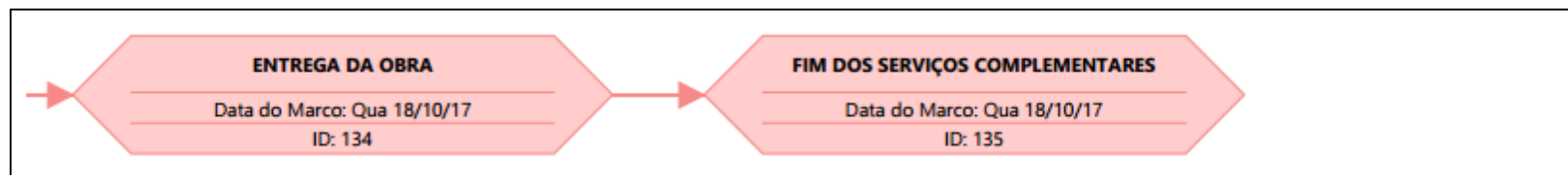
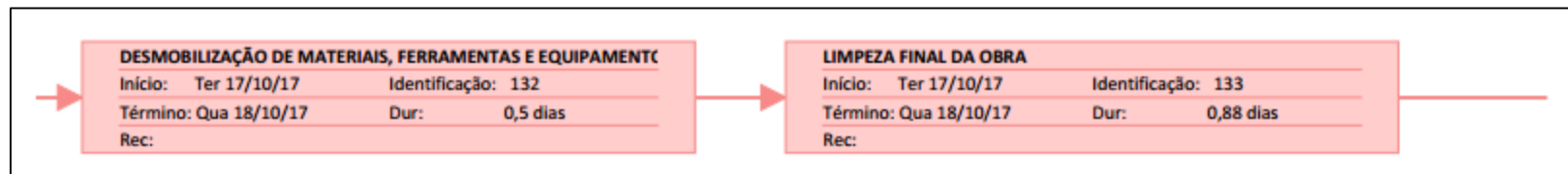
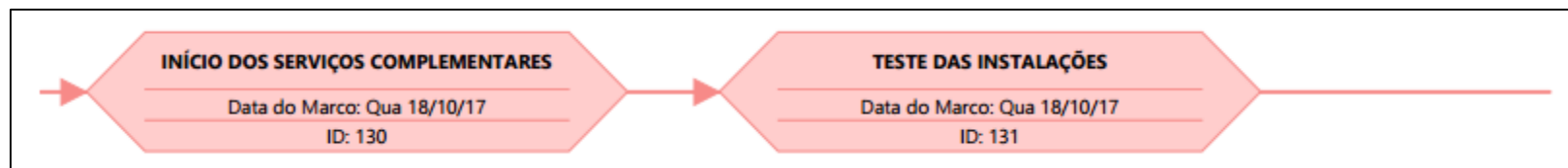


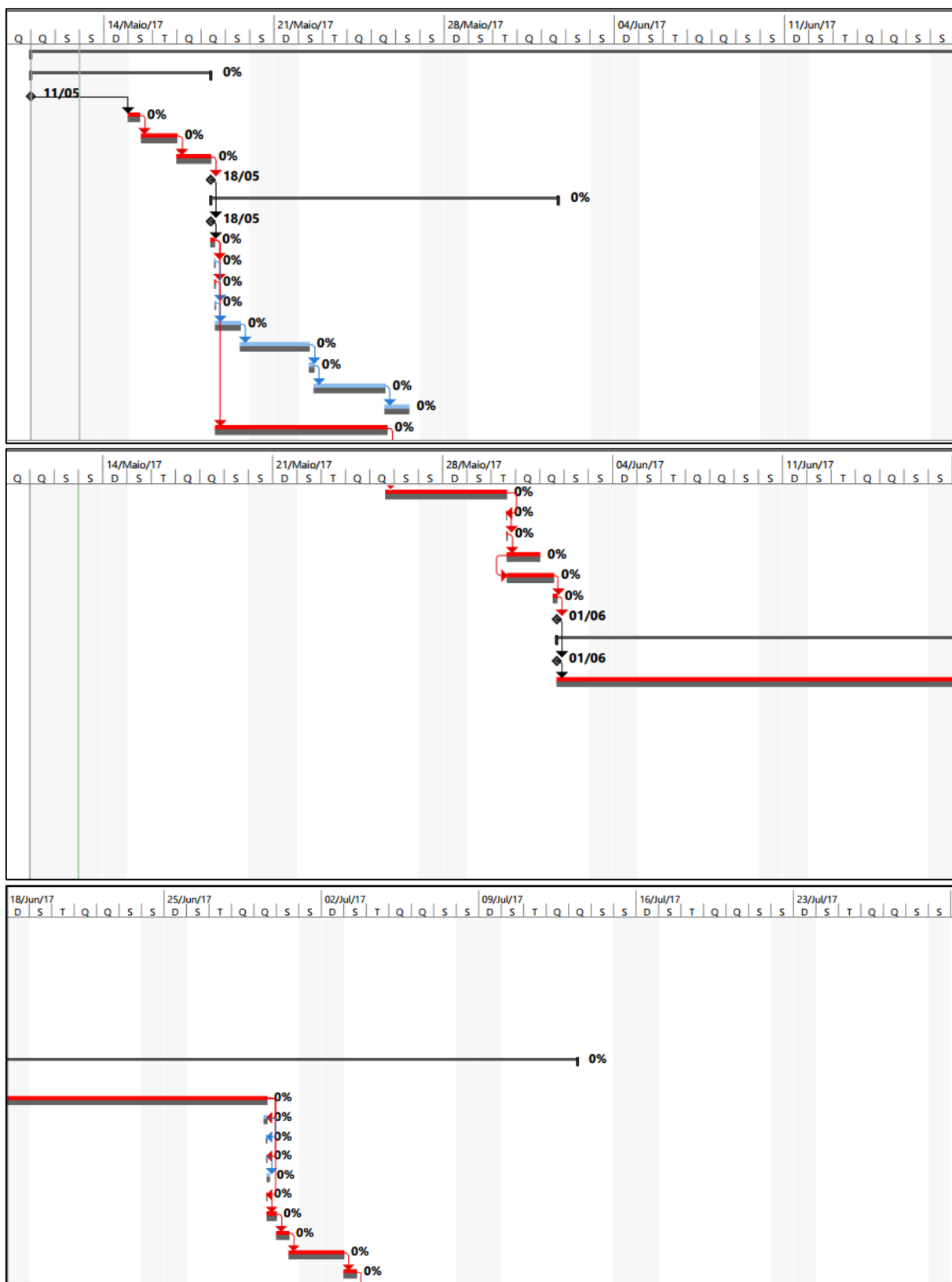


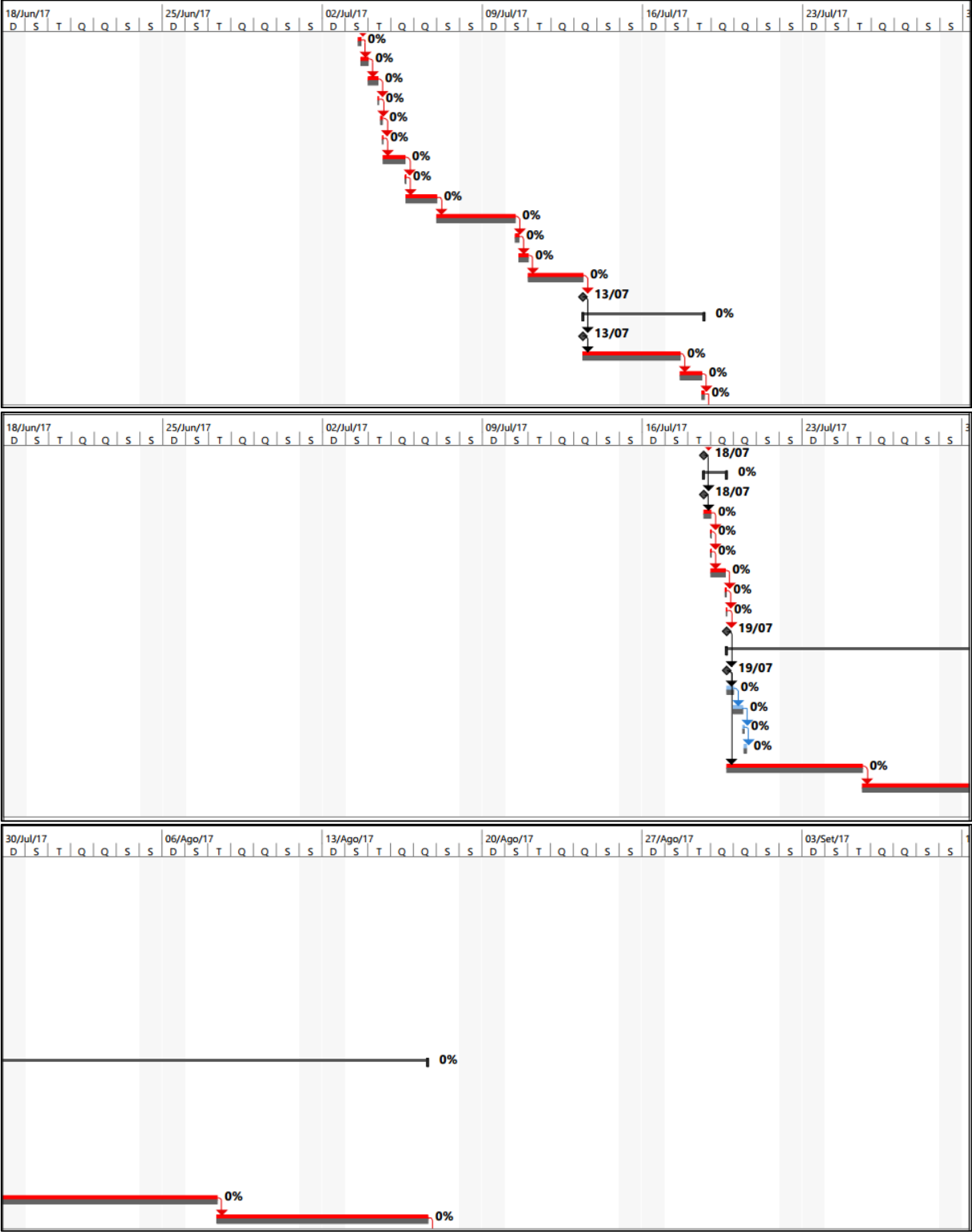


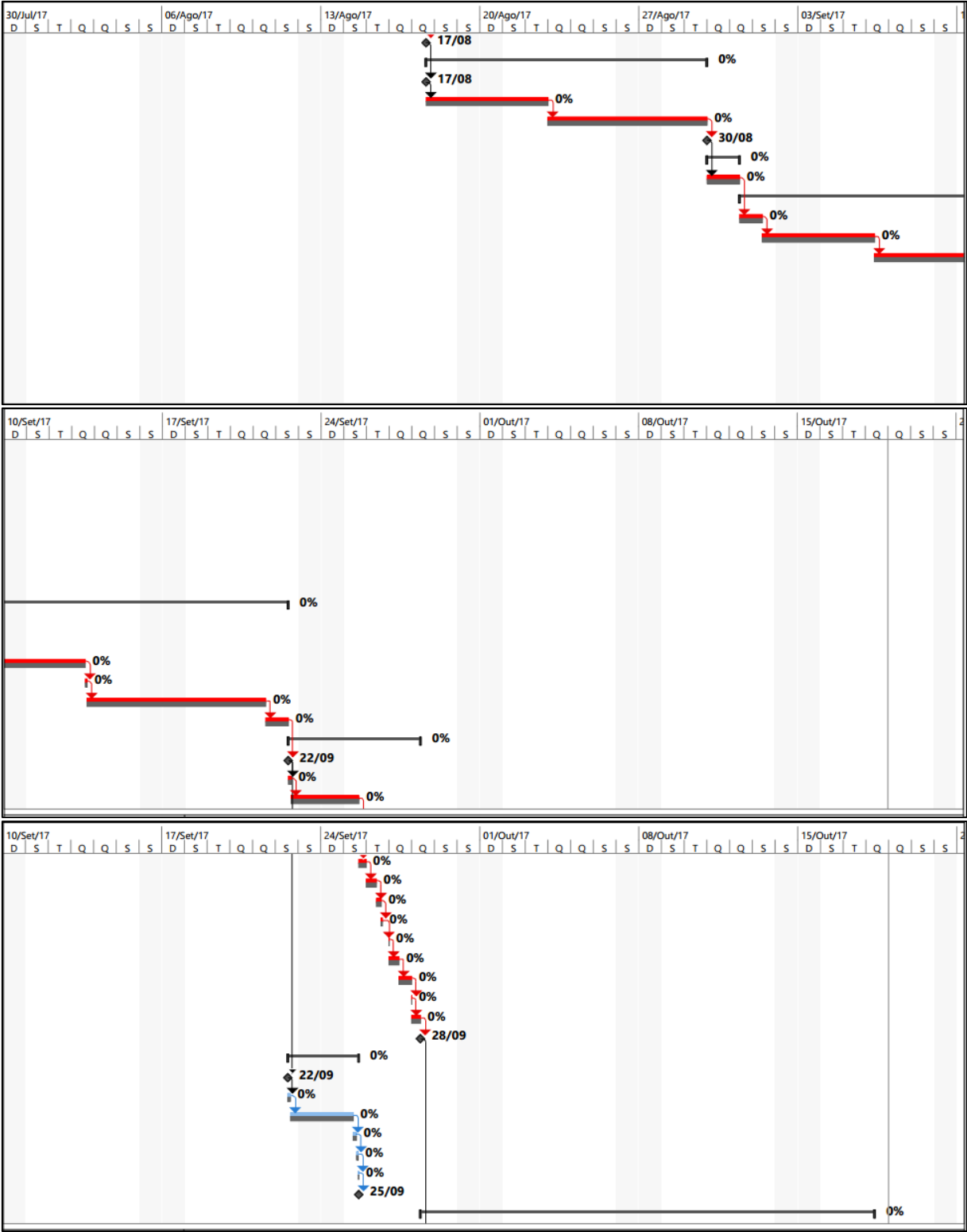


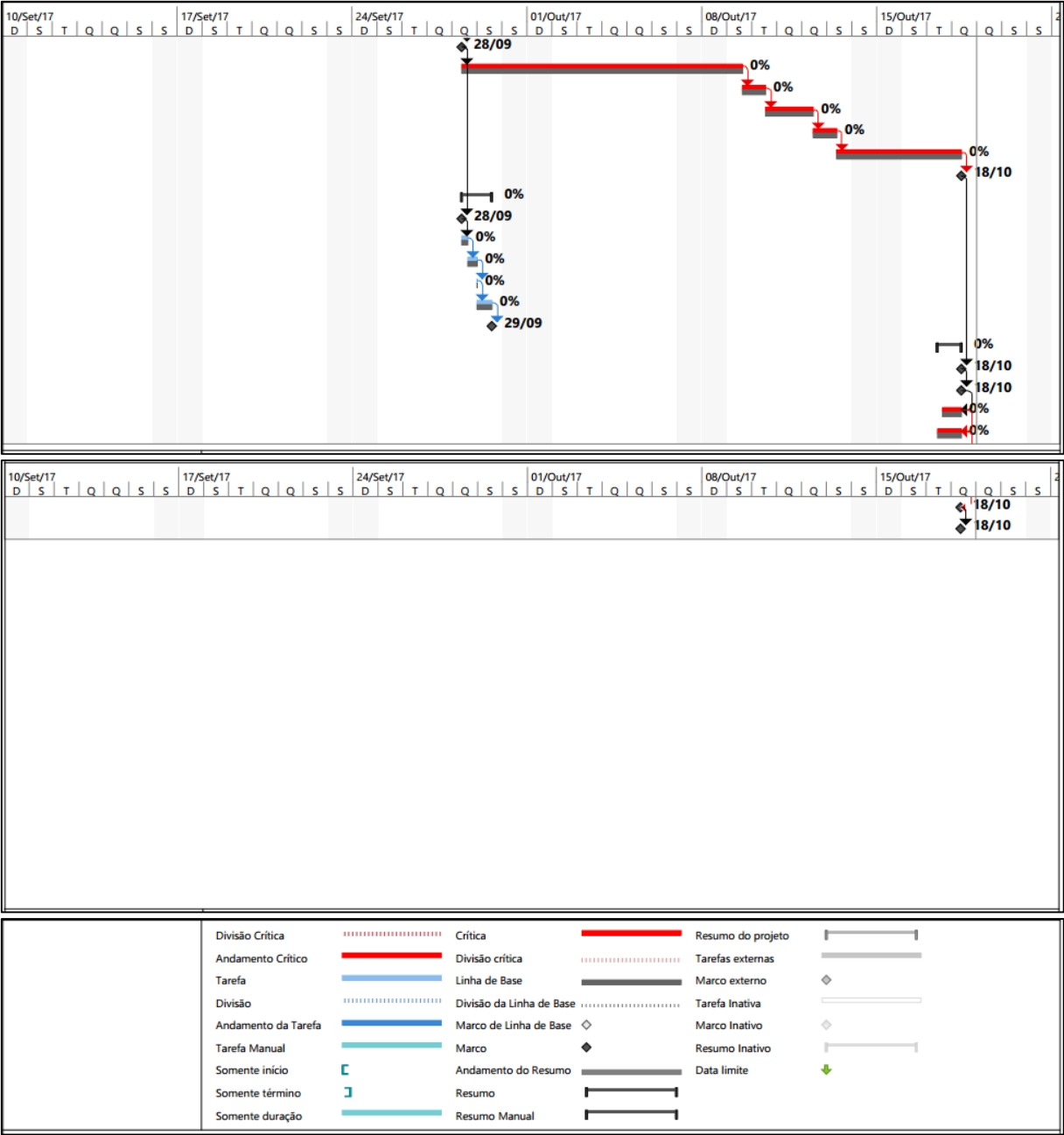




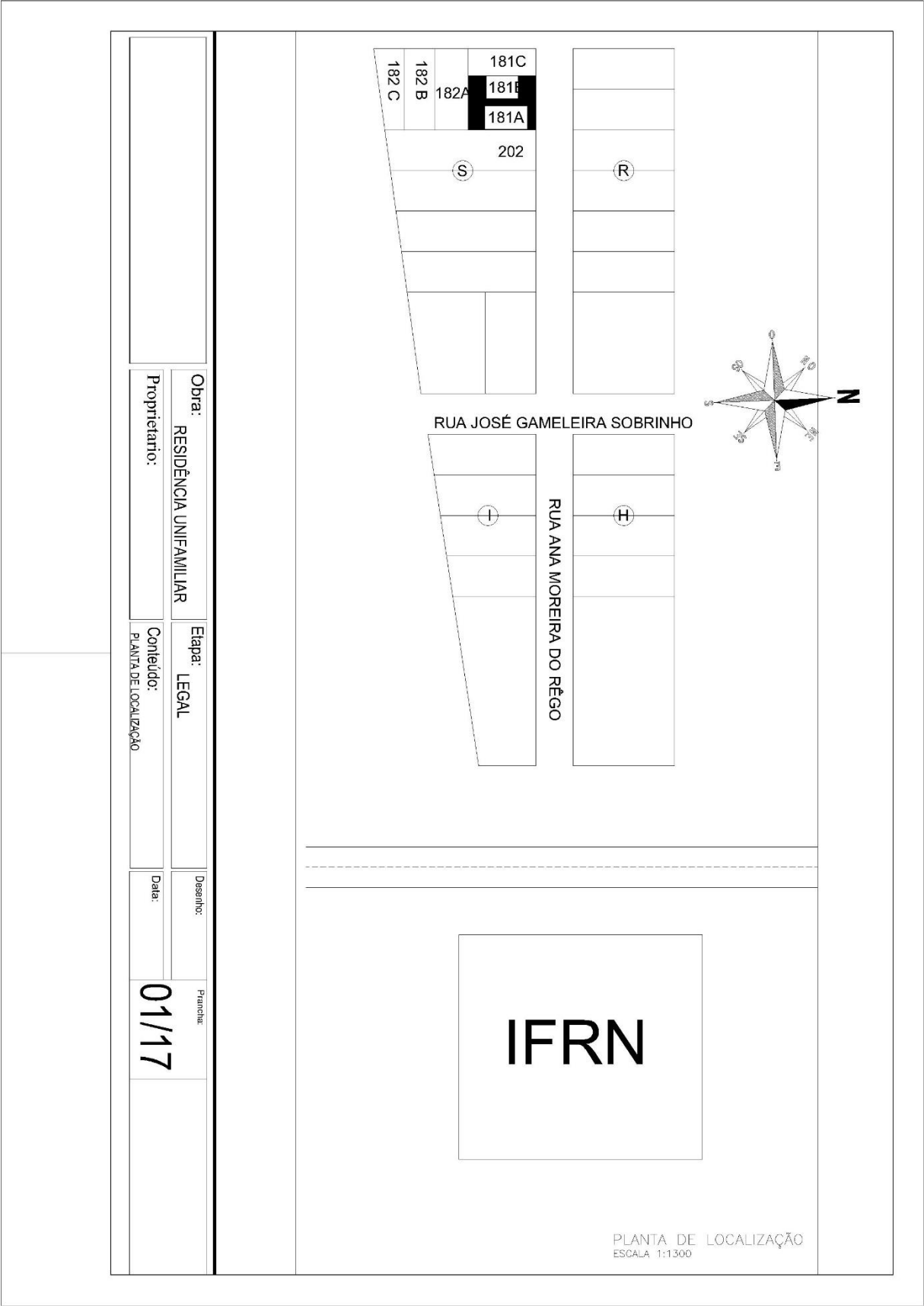




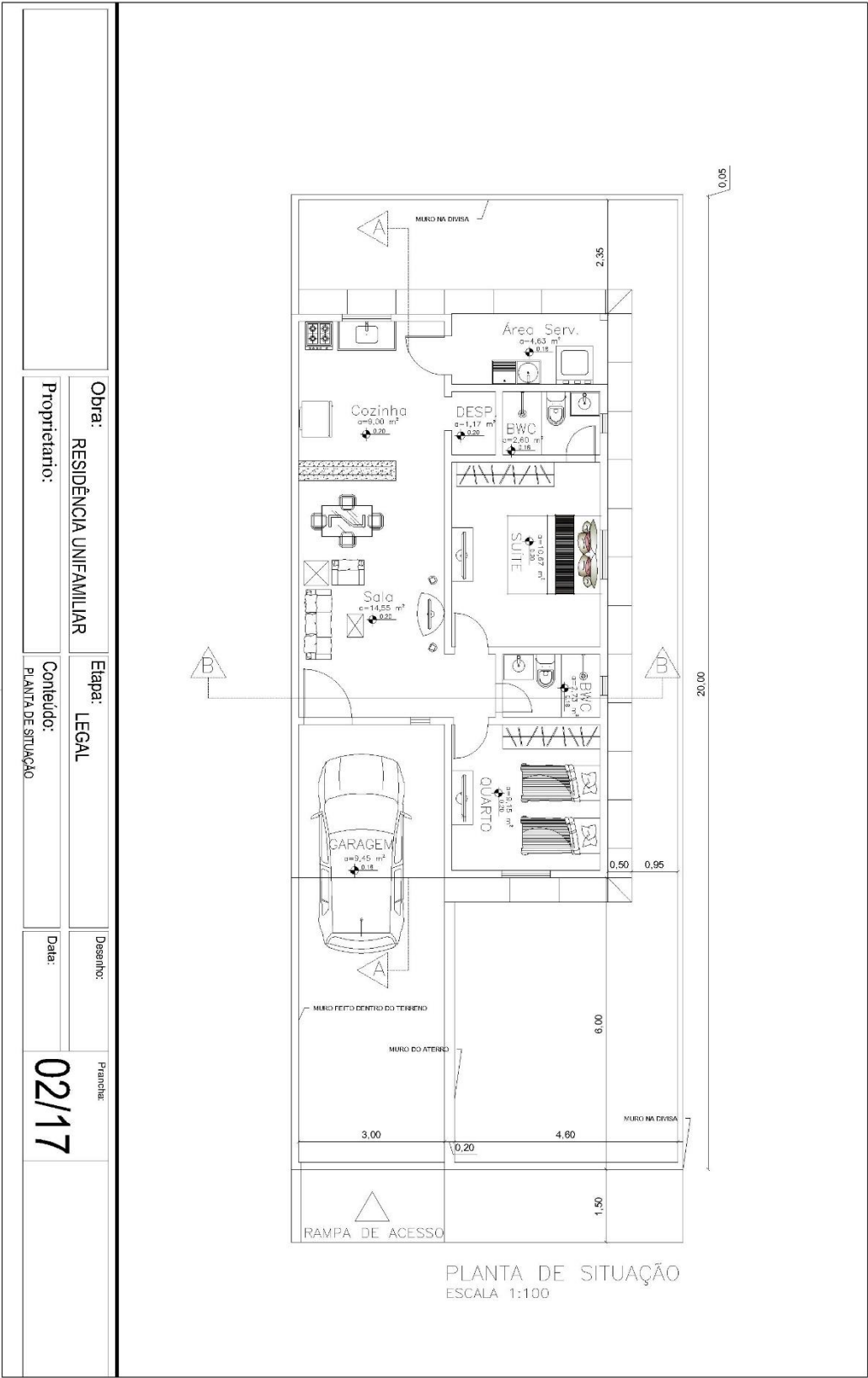




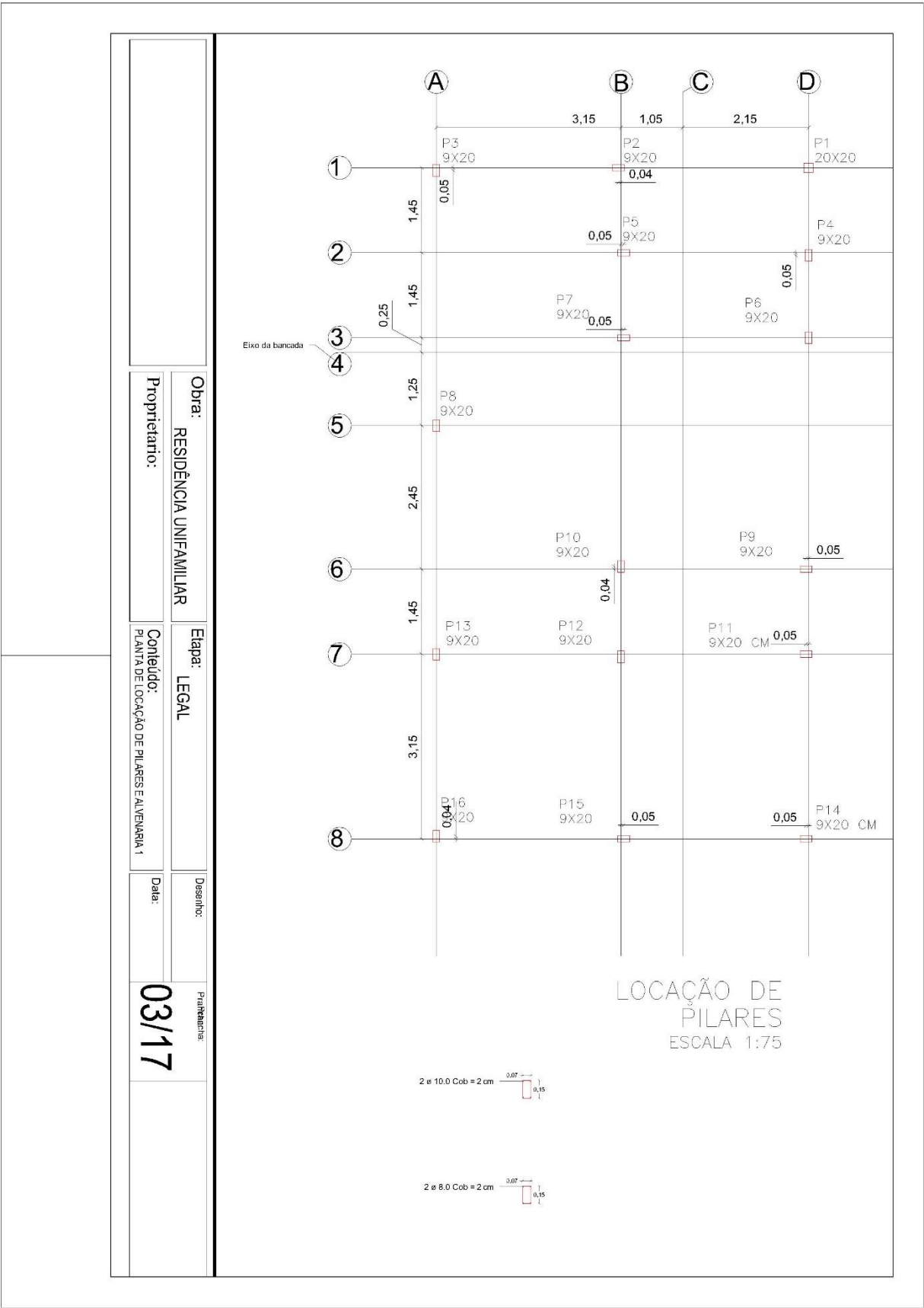
ANEXO 1 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



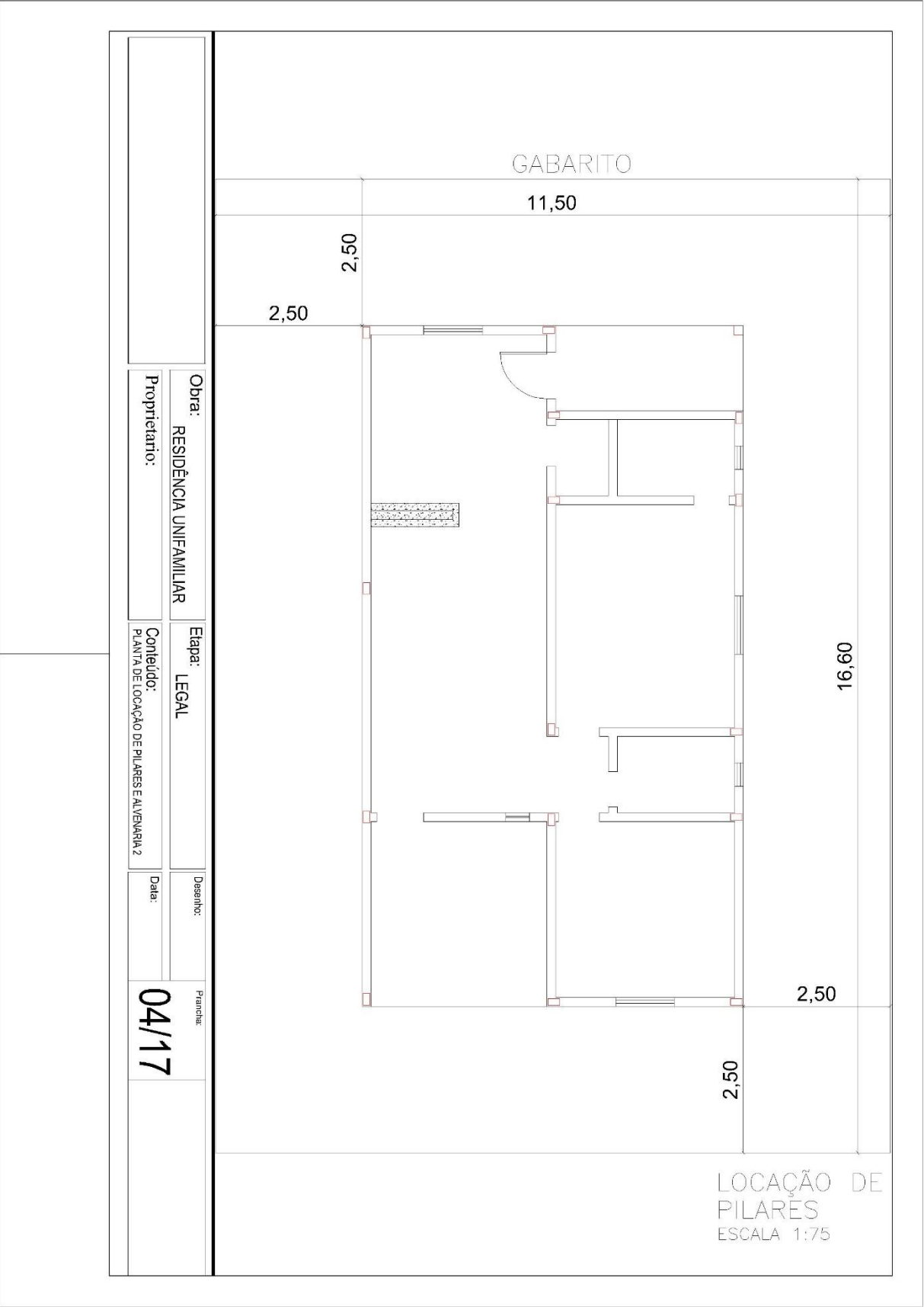
ANEXO 2 – PLANTA DE SITUAÇÃO

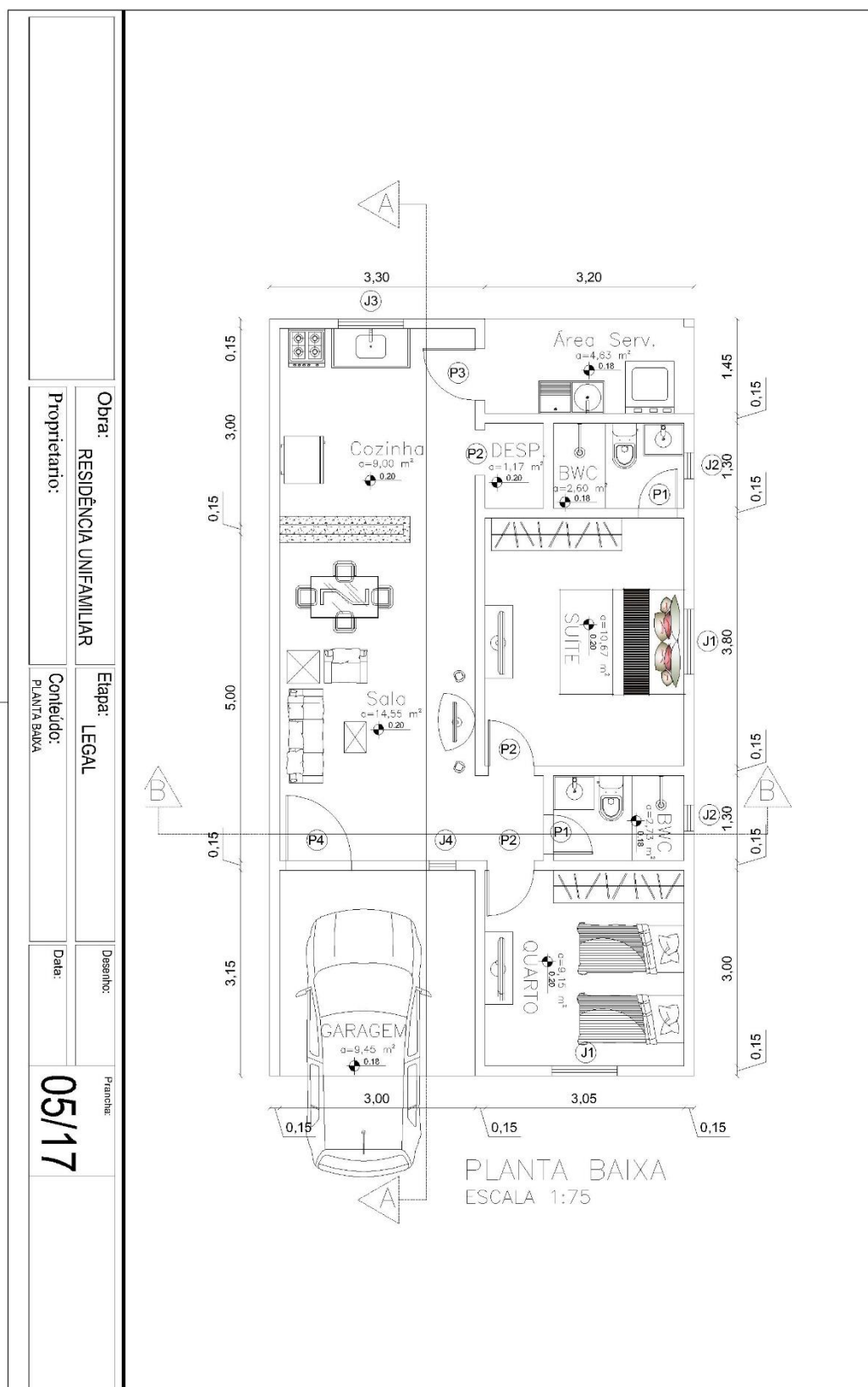


ANEXO 3 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E EIXOS DE PAREDES 1



ANEXO 4 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E EIXOS DE PAREDES 2





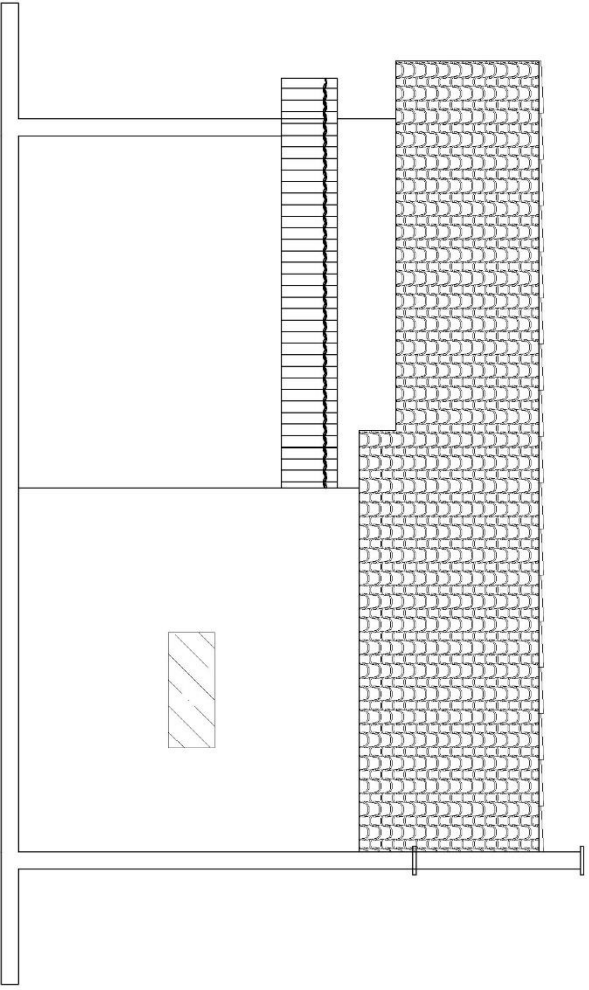
ANEXO 6 – FACHADA FRONTAL

		Obra:		Etapa:		Desenho:		Plancha:	
		RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR		LEGAL					
		Proprietário:		Conteúdo:		Data:		06/17	
				FACHADA FRONTAL					

FACHADA FRONTAL

ESCALA 1:50

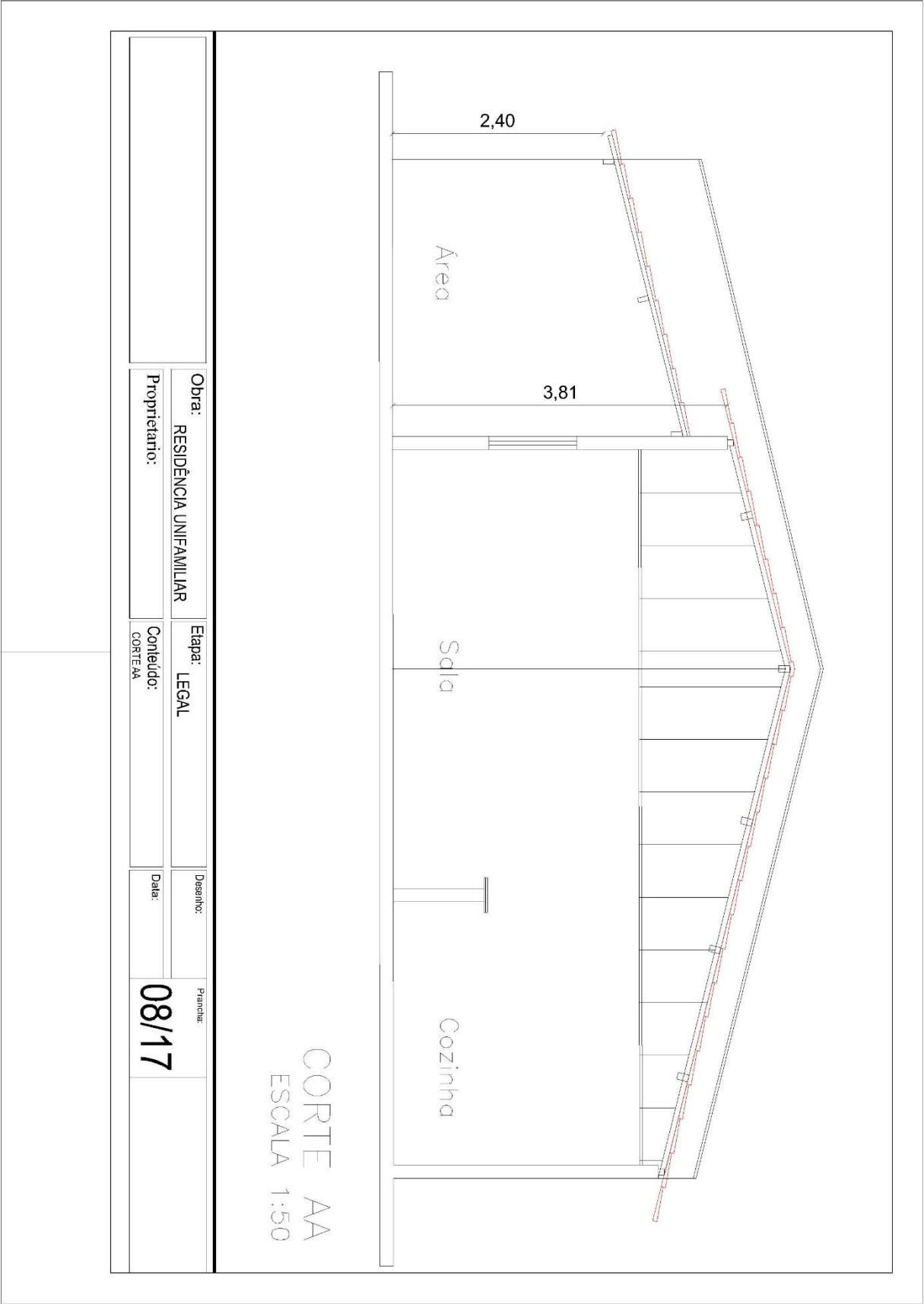
ANEXO 7 – FACHADA ANTERIOR



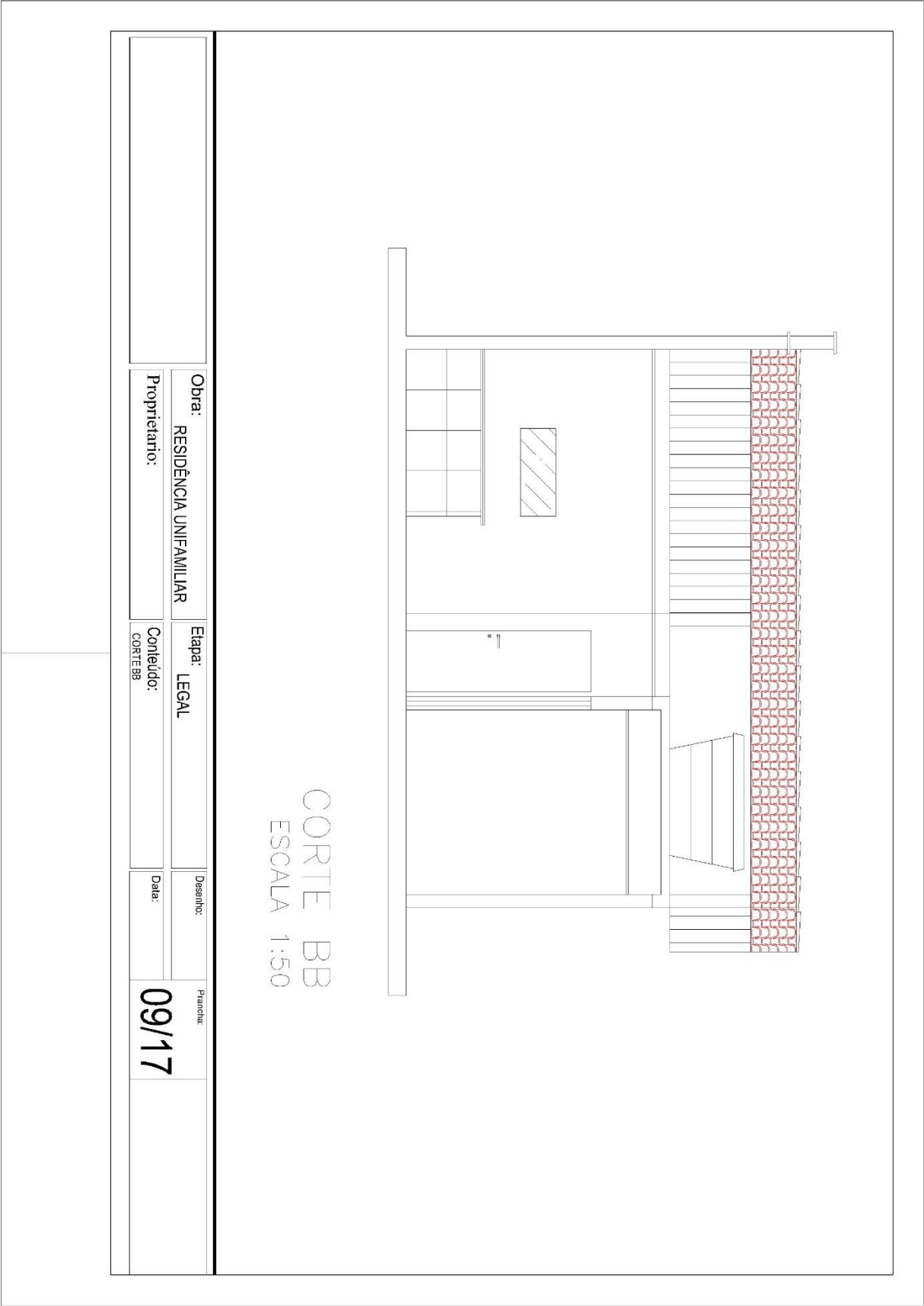
FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1:50

Obra: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR		Etapa: LEGAL	Desenho:	Plancha:
Proprietário:		Conteúdo: FACHADA POSTERIOR	Data:	07/17

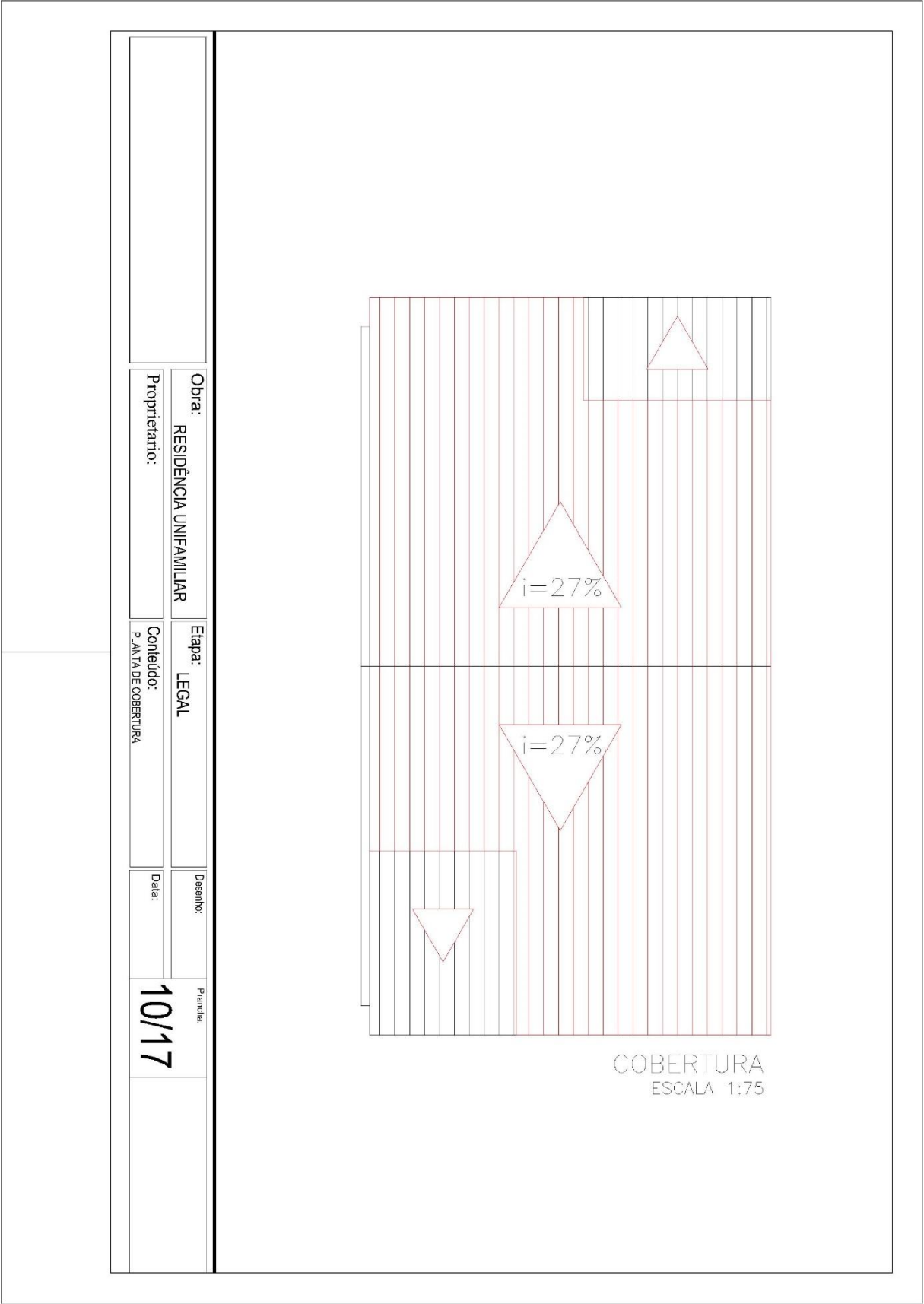
ANEXO 8 – CORTE AA



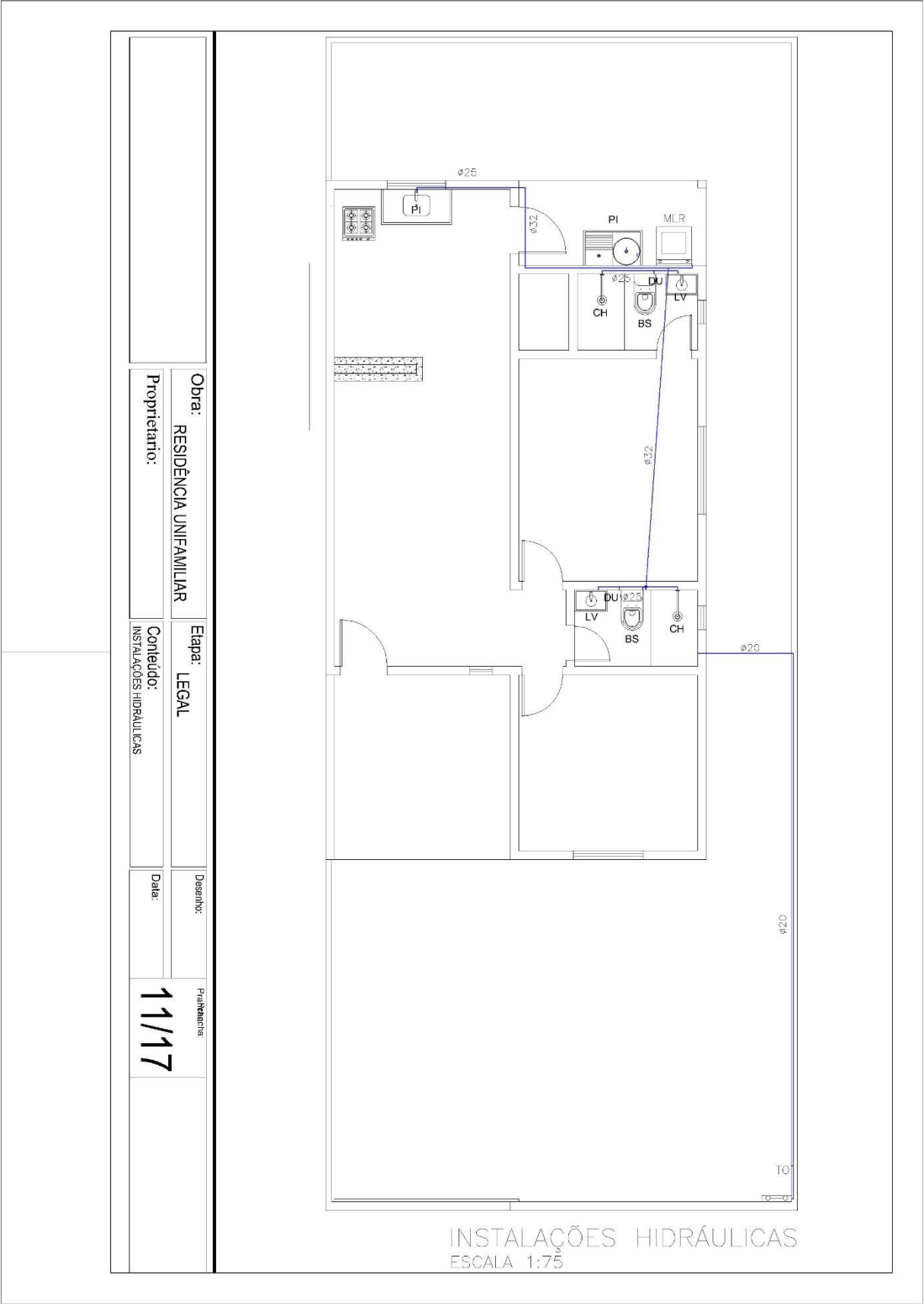
ANEXO 9 – CORTE BB



ANEXO 10 – PLANTA DE COBERTURA



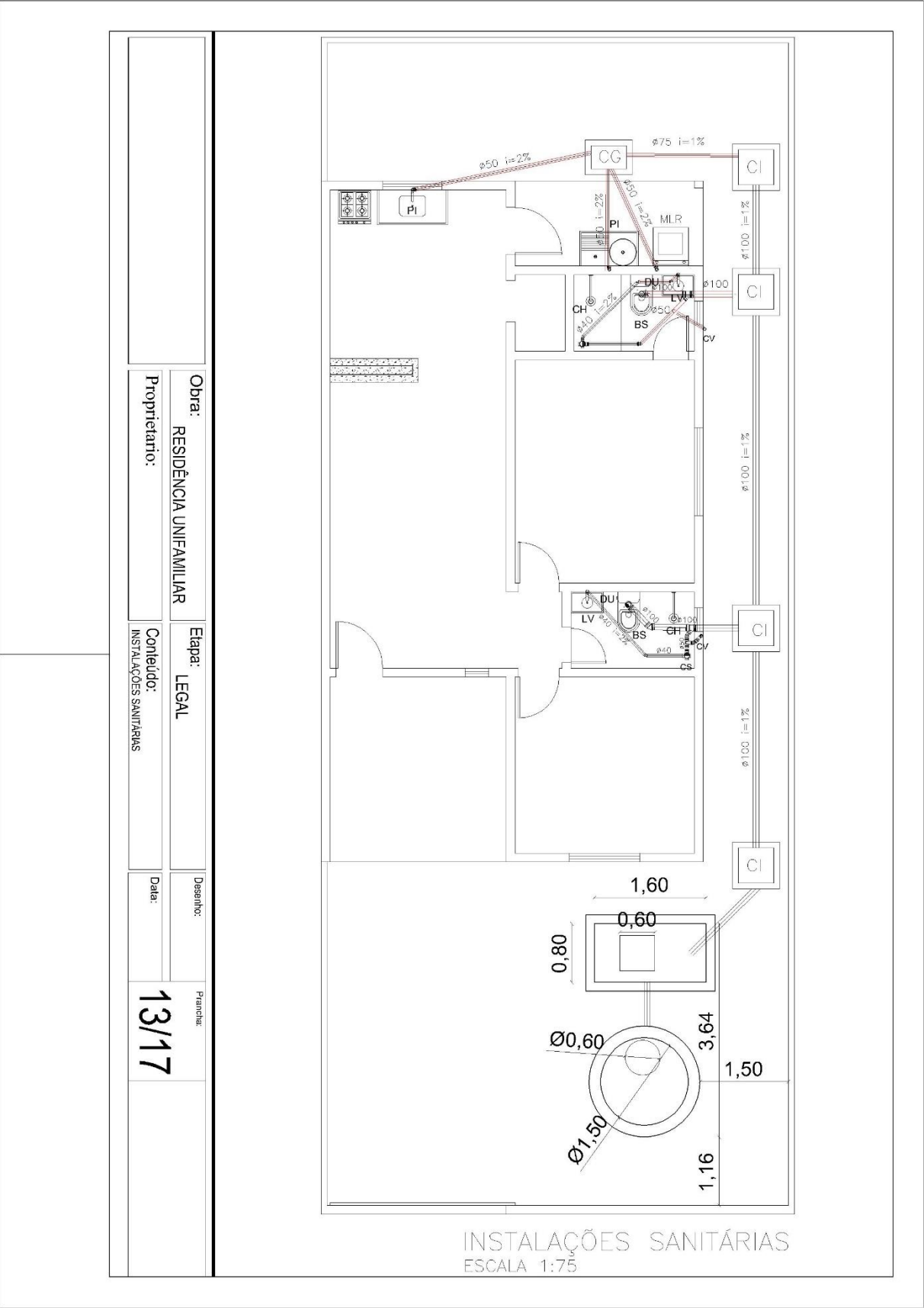
ANEXO 11 – INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS (ÁGUA FRIA)



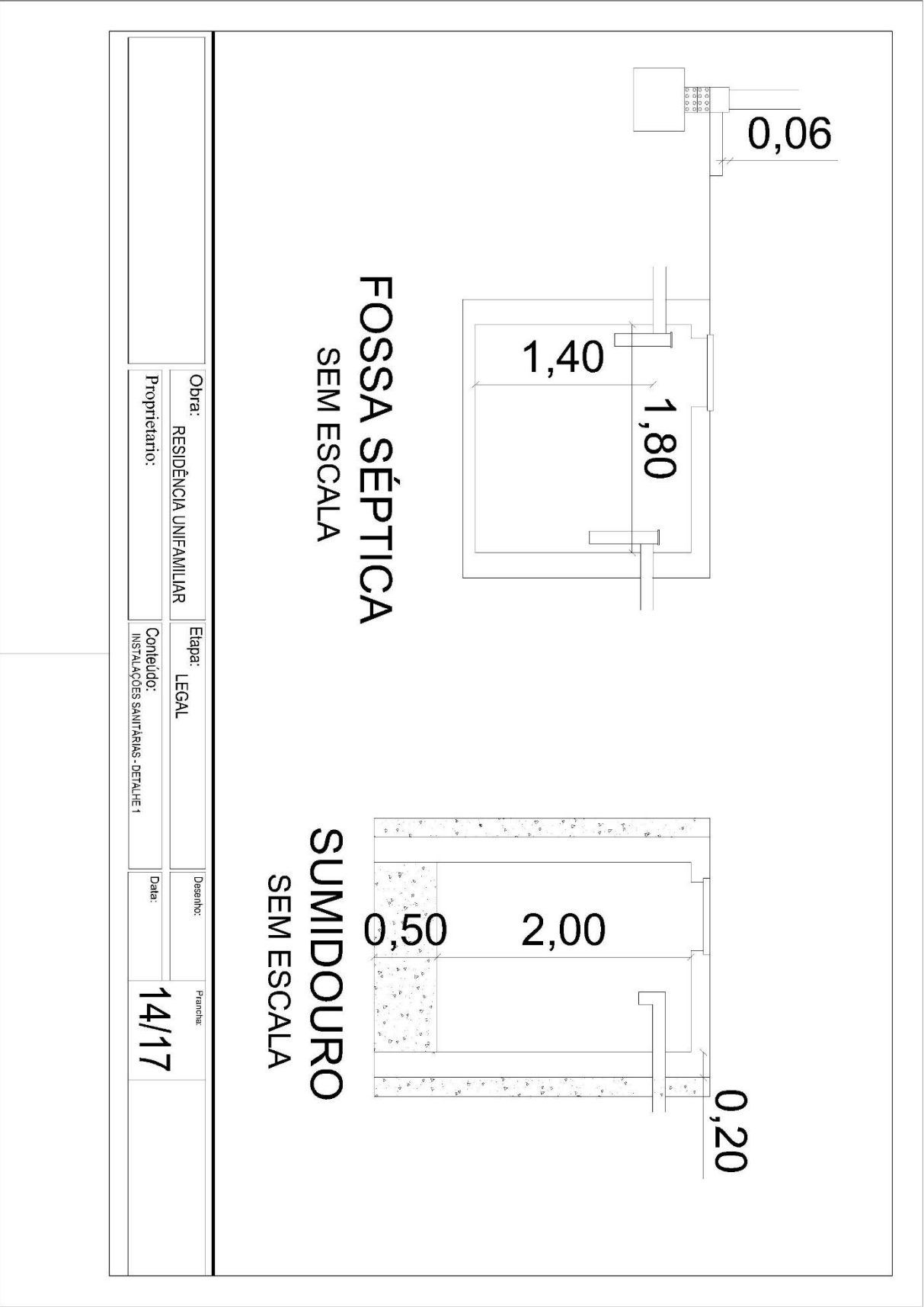
ANEXO 12 – DETALHES E LEGENDA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

PI Ponto de Pia RG Registro de Gaveta RP Registro de Pressão RE Registro de Esfera CH Ponto de Chuveiro LV Ponto de Lavatório CDA Ponto de Caixa de Descarga Acoplada DU Ponto de Ducha Higiénica TO Torneira de serviço MLR Mquina de Lavar Roupas Tubo em PVC rígido soldável AF – Embutido em laje ou parede Tubo em PVC rígido soldável AF – Embutido no piso ou sobre o forro Extravasor/ LIMPEZA HIDRÁULICO			
Obra: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR Proprietário:		Etapa: LEGAL Conteúdo: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DETALHES E LEGENDA	Desenho: Data: 12/17

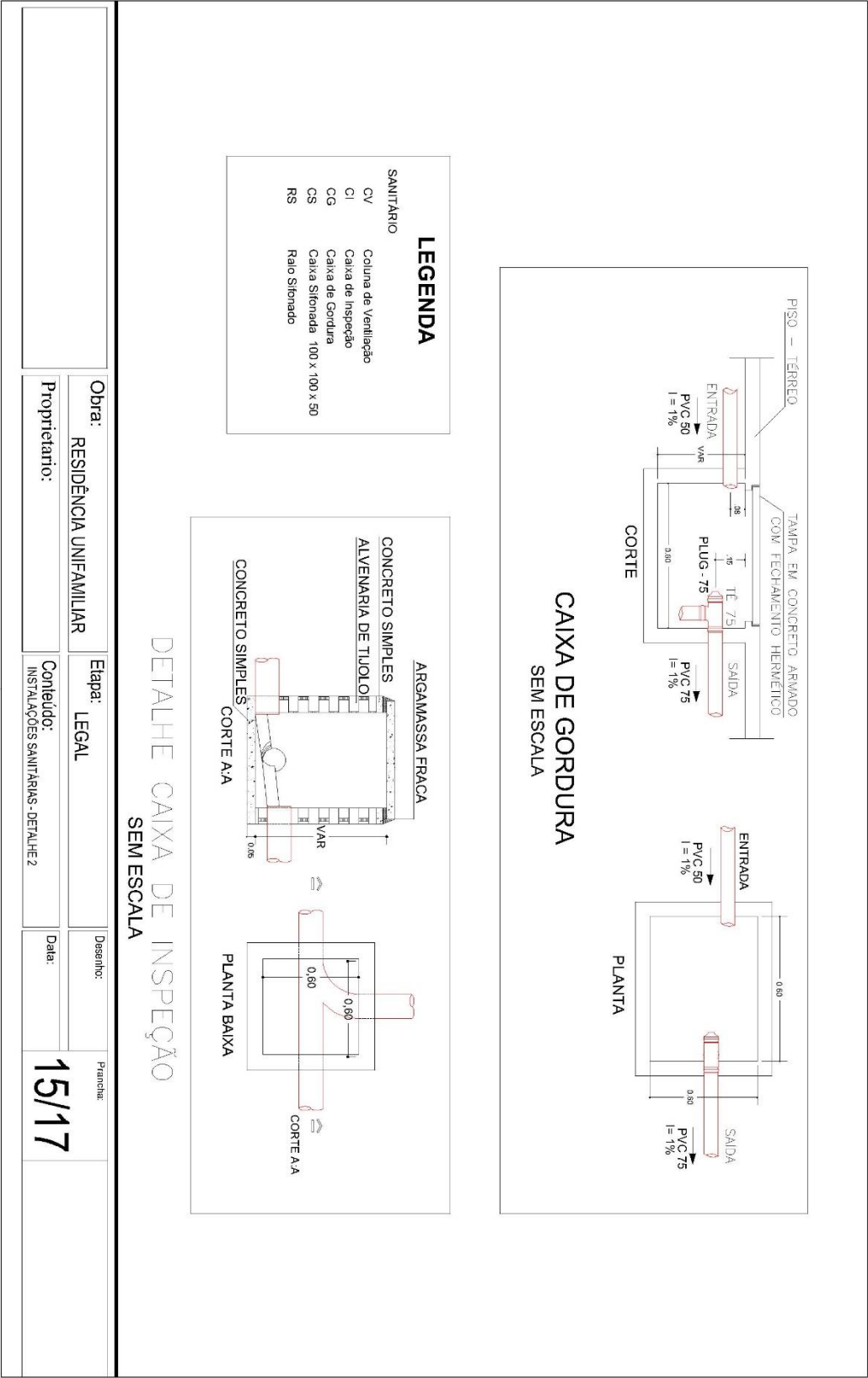
ANEXO 13 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS



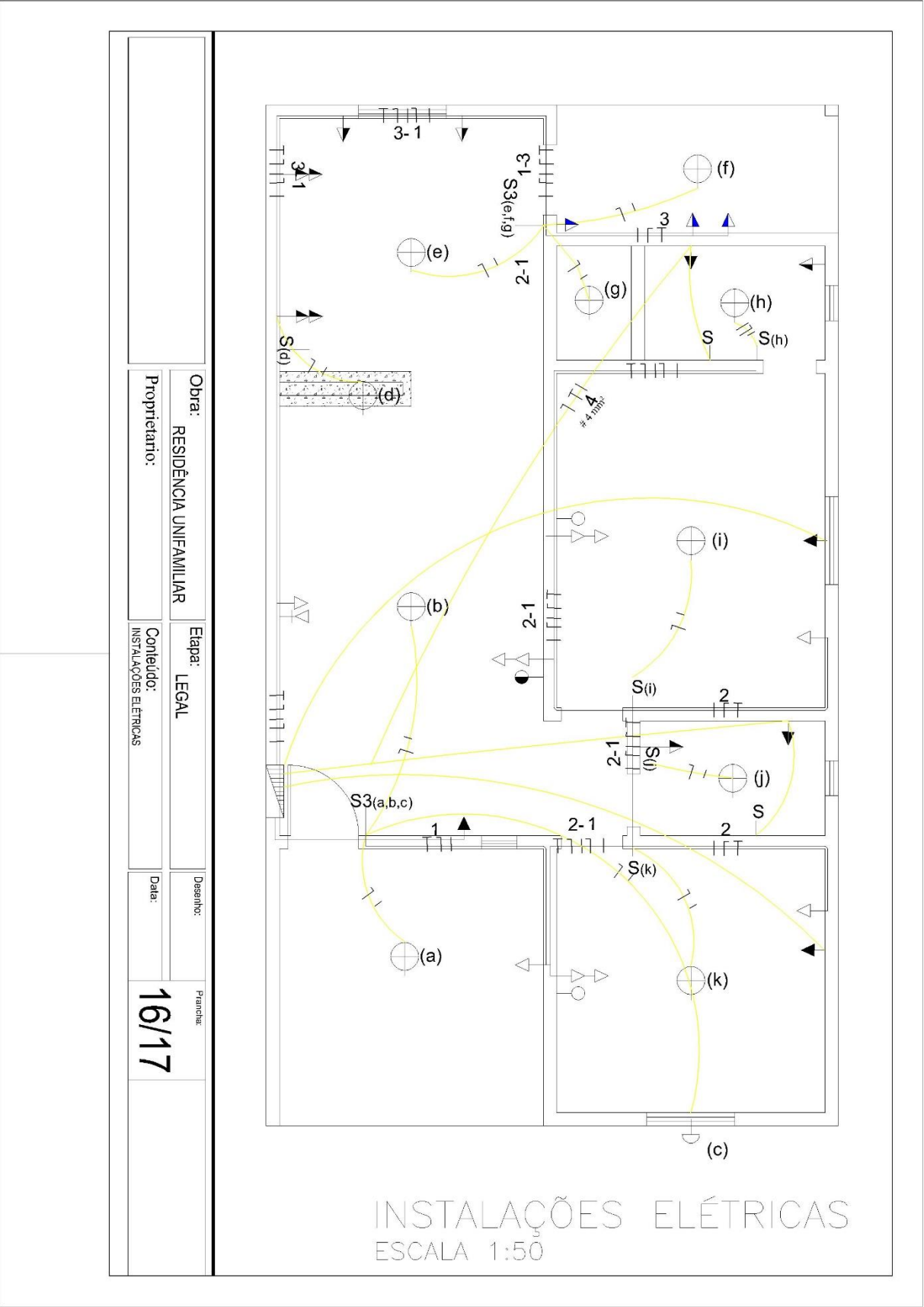
ANEXO 14 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DETALHES 1

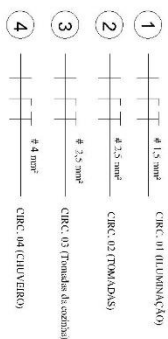


ANEXO 15 – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DETALHES 2

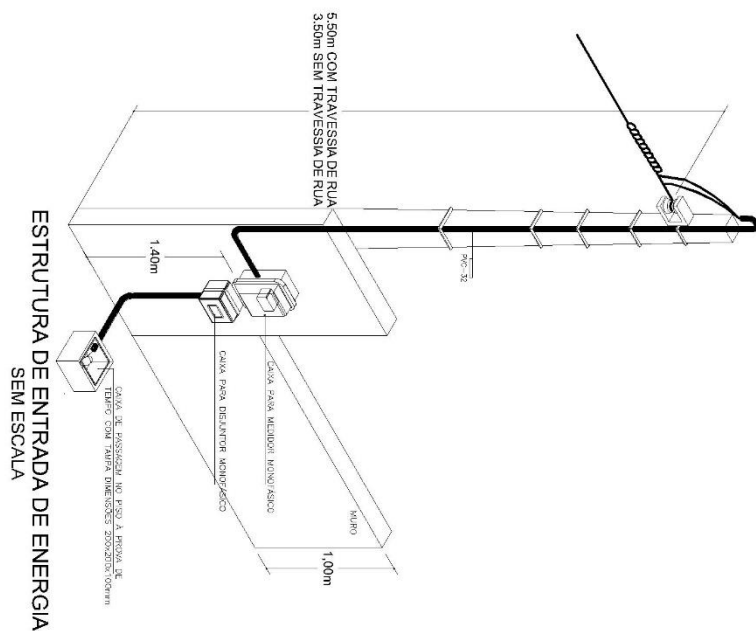


ANEXO 16 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS





- 2- Utilizar as seguintes cores para os condutores, fase, terra, neutro e retorno:
 - 2.1- Fase: CIRCULO 2- Vermelho
 - 2.1- Neutro: Azul
 - 2.1- Fase trifase 03- BRANCO
 - 2.1- Terra- Verde ou Amarelo
 - 2.1- Retorno- Preto

[illegible]

Obra:	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	Etapa:	LEGAL
Proprietário:	Conteúdo:	Desenho:	Plancha:
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - DETALHES	Data:	17/17