

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IASMIN LISBOA NOGUEIRA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE VEDAÇÃO NO ORÇAMENTO E
PROGRAMAÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2019

IASMIN LISBOA NOGUEIRA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE VEDAÇÃO NO ORÇAMENTO E
PROGRAMAÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Lucia Bressiani

TOLEDO

2019



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Toledo

Coordenação do Curso de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 226

Estudo da influência do tipo de vedação no orçamento e programação de um edifício residencial

por

Iasmin Lisboa Nogueira

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15:50 h do dia **11 de Novembro de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Profª Dra Sandra Regina Da Silva Pinela
(UTFPR – TD)

Profª Dra Silmara Dias Feiber
(UTFPR – TD)

Profª Dra Lucia Bressiani
(UTFPR – TD)
Orientadora

Visto da Coordenação
Prof. Dr Fulvio Natercio Feiber
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a meus pais, Carlos e Elisa, por todo apoio nessa longa caminhada. Agradeço por todo exemplo que sempre deram, pelo entusiasmo com minhas vitórias e por alguns dos puxões de orelha. Como bons professores que são em sala de aula, também foram bons professores em casa, com ensinamentos que virão comigo pelo resto da vida.

Agradeço, também, ao meu irmãozinho Vitor por todos esses anos de sarna e pentelhive. Que realmente possamos ser bons amigos agora que somos adultos.

Agradeço a minha orientadora, professora Lucia, pela enorme paciência e dedicação. Dois anos atrás, fui parar na sua sala por acaso, sem te conhecer, por achar erroneamente que você trabalhava com determinada área de engenharia civil. Que sorte a minha! Espero um dia poder ser uma profissional como você.

Agradeço a meus amigos de UTFPR por todas as risadas, trabalhos em grupo com pizza e chopps no lago ao longo desses 5 anos. Não teria sido possível, ou ao menos não tão divertido, sem o convívio de vocês: Raquel, Lays, Eduardo, Gustavo, Luiz e Fernando. Também agradeço ao meu veterano favorito, Lucas, por toda a ajuda com matérias, por todas as conversas com confidências e por constantemente me fazer companhia no "fundo do poço".

Agradeço ao Matheus por toda a companhia, carinho e paciência comigo esse último semestre. Tenho certeza que essa fase de TCC teria sido muito mais penosa sem você (e sem os deliciosos almoços que você faz!).

Agradeço, também, as minhas amigadas de fora da UTFPR, em especial: Guilherme, Bruna e Junior. Vocês são meus melhores amigos, daquelas amigadas tranquilas que sei que poderei contar ao longo dos anos. Cada rolê com vocês foi único. Guardo um pouco de cada um sempre comigo.

Por fim, agradeço a todo aquele que, seja amigo, colega ou professor, de algum modo possibilitou que eu chegasse até aqui.

A todos, meu muito obrigada!

RESUMO

NOGUEIRA, Iasmin L. **Estudo da influência do tipo de vedação no orçamento e programação de um edifício residencial**. 2019. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2019.

Devido a necessidade de construções mais sustentáveis e econômicas, empresas da construção civil tem buscado a racionalização de seus métodos construtivos com a implementação de métodos de construção a seco, como a vedação de *drywall*. A maioria das pesquisas que avaliam o sistema construtivo *drywall* apresentam suas vantagens e desvantagens, geralmente comparando-o com a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos. Sendo assim, esse trabalho comparou dois projetos iguais, um com vedação interna e externa de alvenaria de blocos cerâmicos e outra com vedação externa de alvenaria e interna de *drywall*, avaliando o custo total e a programação de obra de ambas. Com o orçamento, verificou-se que a obra com vedação de *drywall* apresentou uma economia de R\$ 57,60/m² (3,47%) em relação a obra com blocos cerâmicos. Em relação à programação, verificou-se que o pavimento tipo da obra com *drywall* teve duração de 38 dias, enquanto a outra obra, 41 dias. Além disso, em relação ao número de funcionários, com o uso de *drywall* foi possível reduzir em 12,16% e 12,93% o número de pedreiros e serventes necessários, respectivamente, para a execução de um pavimento tipo.

Palavras-chave: *Drywall*. Orçamento. Programação de obra. Alvenaria.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Iasmin L. Study of the influence of fence type on the budget and schedule of a residential building. 2019. 88 f. Monograph – Civil Engineering. Federal University of Technology – Paraná – Brazil. Toledo, 2019.

The need for new structures and for more sustainable and economically viable, construction companies have been seeking to rationalize their construction methods by implementing dry construction methods, such as drywall sealing. Most research evaluating the drywall construction has its advantages and disadvantages, usually comparing it with traditional ceramic block masonry. Thus, this paper seeks to compare two identical constructions, one with internal and external masonry sealing and another one with external masonry and drywall internal sealing, evaluating the total cost and the schedule of both. With the budget was found that the constructions with drywall sealing showed savings of R\$ 57.60/m² (3.47%) compared to the constructions with ceramic blocks. In regard the schedule, it was found that the drywall standard pavement lasted 38 days, while the other one, 41 days. In addition, about the number of employees, the use of drywall reduced by 12.16% and 12.93% the number of masons and servants required, respectively, for the execution of the standard floor.

Key words: Drywall. Budget. Construction schedule. Masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais componentes de uma parede de gesso acartonado	18
Figura 2: Etapas de execução da divisória de gesso acartonado	21
Figura 3: Execução das fiadas da alvenaria tradicional	24
Figura 4: Etapas de execução da alvenaria tradicional	25
Figura 5: Modelo 3D da edificação com 8 pavimentos.....	28
Figura 6: Planta baixa do pavimento tipo	29
Figura 7: Paredes de alvenaria substituídas por <i>drywall</i>	29
Figura 8: Exemplo do método das setas	35
Figura 9: Exemplo de diagrama PERT/CPM.....	36
Figura 10: Exemplo de gráfico de Gantt.....	37
Figura 11: Comparativo de custo das atividades de cada obra.....	44
Figura 12: Comparativo do resultado obtido com demais pesquisas	46
Figura 13: Curva ABC para obra com vedação de alvenaria	47
Figura 14: Curva ABC para obra com vedação de <i>drywall</i>	48
Figura 15: Diagrama PERT/CPM do pavimento tipo da obra com vedação interna de alvenaria.....	52
Figura 16: Diagrama PERT/CPM do pavimento tipo da obra com vedação interna de <i>drywall</i>	53
Figura 17: Comparativo de custo semanal entre as obras	57
Figura 18: Comparativo de custo semanal acumulado entre as obras.....	58
Figura 19: Comparativo entre o número de pedreiros necessários por semana por obra	59
Figura 20: Comparativo entre o número de pedreiros acumulado necessários por semana por obra	59
Figura 21: Comparativo entre o número de serventes necessários por semana por obra	60
Figura 22: Comparativo entre o número de serventes acumulado necessários por semana por obra	61
Figura 23: Vigas para os pavimentos-tipo e cobertura da edificação (cm).....	67
Figura 24: Vigas baldrame da edificação com vedação interna de alvenaria (cm)....	67
Figura 25: Diagrama PERT/CPM completo para obra com vedação de alvenaria....	85
Figura 26: Diagrama PERT/CPM completo para obra com vedação de <i>drywall</i>	86
Figura 27: Diagrama de Gantt completo para obra com vedação de <i>drywall</i>	87
Figura 28: Diagrama de Gantt completo para obra com vedação de alvenaria	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado de pesquisas comparativas de custo entre <i>drywall</i> e alvenaria	27
Tabela 2: Quantitativo de materiais para a edificação.....	31
Tabela 3: Serviços que serão orçados para as vedações internas	31
Tabela 4: Representatividade para estimativa de custos por etapas de obra	33
Tabela 5: Quantitativo e custo dos elementos estruturais	39
Tabela 6: Quantitativo e custo dos revestimentos.....	40
Tabela 7: Quantitativo e custo da execução e enchimento de rasgos	41
Tabela 8: Quantitativo e custo do emassamento e pintura	42
Tabela 9: Quantitativo e custo das vedações de alvenaria e <i>drywall</i>	42
Tabela 10: Custo por serviço realizado em obra	43
Tabela 11: Orçamento final de cada obra	45
Tabela 12: Exemplo do cálculo da duração das atividades em obra com vedação de <i>drywall</i>	49
Tabela 13: Exemplo do cálculo de equipes e duração das atividades em obra com vedação de <i>drywall</i>	49
Tabela 14: Dependência entre as atividades da obra com vedação interna de alvenaria	50
Tabela 15: Dependência entre as atividades da obra com vedação interna de <i>drywall</i>	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplo de composição de alvenaria de tijolos maciços	34
Quadro 2: Diagrama de Gantt comparativo das obras	55
Quadro 3: Dimensões dos pilares da edificação (cm)	68
Quadro 4: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema de vedação.....	69
Quadro 5: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema estrutural...	71
Quadro 6: Cálculos para obtenção da curva ABC para obra com vedação de alvenaria	73
Quadro 7: Cálculos para obtenção da curva ABC para obra com vedação de <i>drywall</i>	74
Quadro 8: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de alvenaria (baldrame e pavimento tipo)	75
Quadro 9: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de alvenaria (barrilete e reservatório).....	76
Quadro 10: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de <i>drywall</i> (baldrame e pavimento tipo).....	77
Quadro 11: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de <i>drywall</i> (barrilete e reservatório)	78
Quadro 12: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (baldrame e térreo).....	79
Quadro 13: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (pavimento tipo e barrilete)	80
Quadro 14: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (barrilete e reservatório)	81
Quadro 15: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de <i>drywall</i> (baldrame e térreo)	82
Quadro 16: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de <i>drywall</i> (pavimento tipo e barrilete)	83
Quadro 17: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de <i>drywall</i> (barrilete e reservatório).....	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos.....	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos.....	13
1.3	Delimitação do trabalho	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Racionalização da construção civil	14
2.1.1	Racionalização do Sistema de Vedação Vertical	16
2.2	Vedações em <i>Drywall</i>	17
2.2.1	Características do <i>Drywall</i>	18
2.2.2	Execução de parede de <i>Drywall</i>	20
2.3	Vedações em blocos cerâmicos	22
2.3.1	Características dos blocos cerâmicos	22
2.3.2	Execução de parede de alvenaria tradicional	23
2.4	Pesquisas Atuais	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	Descrição da edificação.....	28
3.2	Carga das vedações internas	30
3.3	Quantitativo de materiais	30
3.4	Orçamento	31
3.5	Programação de obra	34
3.6	Procedimentos para a análise dos dados	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	Análise de custo	39
4.1.1	Estrutura.....	39
4.1.2	Revestimentos.....	40
4.1.3	Execução e enchimento de rasgo para tubulação.....	41
4.1.4	Emassamento e pintura.....	41
4.1.5	Vedações de alvenaria e <i>drywall</i>	42
4.1.6	Demais serviços	43
4.1.7	Orçamento final de cada edifício	44
4.1.8	Curva ABC	46
4.2	Análise da programação de obra	48
4.2.1	Duração das atividades	49
4.2.2	Dependências entre as atividades.....	50
4.2.3	Diagrama PERT/CPM	52
4.2.4	Diagrama de Gantt	54
4.2.5	Curvas de agregação de recursos.....	57
5	CONCLUSÃO	62
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXO A – DETALHES DO PROJETO ESTRUTURAL	67
	APÊNDICE A – ORÇAMENTOS DETALHADOS.....	69
	APÊNDICE B – CÁLCULO DAS CURVAS ABC	73
	APÊNDICE C – CÁLCULO DAS EQUIPES E DURAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	75
	APÊNDICE D – DEPENDÊNCIAS E CÁLCULO DO DIAGRAMA DE GANTT.....	79
	APÊNDICE E – DIAGRAMAS PERT/CPM.....	85
	APÊNDICE F – DIAGRAMAS DE GANTT COMPLETOS	87

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está em constante crescimento. Com o aumento de cidades e regiões metropolitanas, há a necessidade de novas estruturas, bem como melhoria da infraestrutura existente, o que se torna uma grande oportunidade de negócio para as empresas que atuam na construção civil.

Para se tornarem competitivas e permanecerem em um mercado cada vez mais rigoroso em qualidade e produtividade, além da exigência de uma produção mais sustentável e economicamente favorável, as empresas do ramo tem buscado a racionalização dos seus métodos de construção. Nesse contexto, a industrialização das vedações verticais pode ser vantajosa para as construtoras.

Para a execução de vedações verticais, é possível utilizar uma grande variedade de materiais e componentes, bem como podem ser empregadas diversas técnicas construtivas. Desse modo, é necessário analisar as características desejadas na construção, como, por exemplo, os critérios de desempenho que a vedação vertical deve cumprir, para que seja possível determinar o melhor método construtivo a ser empregado.

Na busca de soluções construtivas mais baratas e produtivas, cada vez mais empresas começaram a adotar métodos menos artesanais e mais industrializados. Desse modo, muitas construtoras em diversos países passaram a implementar os métodos de construção a seco, como o *Light Steel Frame* e o *Drywall*, que são considerados métodos de montagem que melhoram a produtividade dos sistemas de execução, além de possibilitarem uma significativa redução de desperdícios.

No Brasil, a técnica construtiva mais utilizada para vedações verticais tem sido a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos, que necessita de argamassa de ligação e revestimentos. Entretanto, é sabido que se trata de um método que apresenta grandes índices de desperdício, devido aos rasgos necessários para a passagem das tubulações e eventuais quebras. Dessa forma, a utilização de técnicas racionalizadas, como o *drywall*, colabora na redução do consumo de recursos naturais e na geração de resíduos.

Nesse trabalho, foi realizado um comparativo entre o custo e a programação de um edifício de oito pavimentos em duas situações: com vedação interna em blocos cerâmicos e vedação interna em *drywall*. Por fim, foi avaliado qual método construtivo é mais vantajoso com base nos resultados encontrados.

1.1 Justificativa

O uso do método construtivo com *drywall* tem aumentado no Brasil, mas ainda é visto com preconceito por parte dos usuários. Segundo Taniguti (1999), as informações sobre o desempenho das divisórias de gesso acartonado podem contribuir para que se supere o preconceito devido à falta de conhecimento do comportamento desse sistema de vedação. Além disso, é importante que o usuário conheça as limitações da divisória para evitar seu uso inadequado.

Para a construtora, o conhecimento dos fatores que influenciam no desempenho das divisórias de gesso acartonado possibilita que se tomem os cuidados necessários durante sua execução, obtendo-se o desempenho desejado (TANIGUTI, 1999).

A maioria das pesquisas que avaliam o sistema construtivo *drywall* apresentam suas vantagens e desvantagens, geralmente comparando-o com a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos. Alguns trabalhos realizam um comparativo de custo entre essas duas técnicas construtivas, porém divergem bastante em seus resultados, tornando inconclusivo qual sistema construtivo é mais vantajoso economicamente.

Neste sentido, esse trabalho visa colaborar com esses resultados, apresentando um orçamento que engloba não apenas os valores da vedação vertical, mas também os do sistema estrutural, que é diretamente influenciado pelo tipo de vedação utilizada. Também foi avaliada a influência do tipo de vedação na programação de obra, possibilitando verificar qual sistema apresenta maior produtividade.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a influência do uso de *drywall* como vedação interna no orçamento e programação de uma obra.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir os objetivos gerais foram elencados os seguintes objetivos específicos:

a) Comparar os métodos de vedações verticais de alvenaria e *drywall*, ressaltando as vantagens e desvantagens de cada método.

b) Elaborar o orçamento detalhado de um edifício para duas situações: vedações externas e internas em blocos cerâmicos e vedações externas em blocos cerâmicos com vedações internas em *drywall*.

c) Elaborar a programação de obra de um edifício para as duas situações anteriormente citadas.

d) Avaliar qual método é mais vantajoso em relação ao custo e produtividade, com base no orçamento e programação dos mesmos, para a cidade de Toledo/PR.

1.3 Delimitação do trabalho

Esse trabalho foi desenvolvido com base em um projeto estrutural pronto, portanto, o dimensionamento e elaboração dos projetos não foram o foco dessa pesquisa. Além disso, não foram considerados os custos da fundação.

Para elaboração do orçamento e programação de obra, foram avaliados apenas os sistemas estrutural, proposto por Genenhr (2016), e de vedação, por se considerar que os demais sistemas são iguais em ambas as situações, não sendo necessário o cálculo dos mesmos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Botelho et al. (2009), a preocupação da indústria da construção civil com seu modelo tecnológico de produção é recente. Desse modo, as construtoras têm buscado a racionalização da produção, a fim de obter ganhos de produtividade e minimização de custos e prazos, com o uso de novos materiais e novas tecnologias construtivas.

Ainda, segundo os autores, nesse contexto, é visível a tendência de utilização de sistemas construtivos pré-fabricados de elementos antes produzidos no próprio canteiro, transformando o processo de construção em sistemas de montagem. É o caso, por exemplo, das estruturas metálicas que substituem as estruturas de concreto; dos sistemas de tubos flexíveis (PEX) que substituem tubos de cobre e PVC; e do uso de painéis de gesso acartonado (*drywall*), que substituem paredes de alvenaria em blocos cerâmicos.

Neste capítulo é explicado o conceito de racionalização da construção civil, bem como são abordadas as características e processo construtivo para vedações com uso de gesso acartonado e alvenaria de blocos cerâmicos.

2.1 Racionalização da construção civil

Segundo Gehbauer (2004), a racionalização da construção civil consiste em analisar as estruturas e processos existentes, a fim de descobrir pontos fracos. Como exemplo, pode-se citar: tempos de espera desnecessários, falhas na preparação e transmissão de informações, estoques intermediários evitáveis e percursos de transporte demasiadamente longos. Desse modo, o procedimento geral que deve ser adotado para a racionalização da construção é: observar, medir, registrar, pensar e corrigir.

Para Barros e Sabbatini (2003), entende-se por tecnologia construtiva racionalizada um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, empregados na criação, produção e difusão de um modo específico de se construir um edifício e orientado pela otimização do emprego dos recursos envolvidos em todas as fases da construção.

Devido ao aumento da concorrência e a limitação de recursos, para um empreendimento ter sucesso faz-se necessário o máximo de racionalidade na

realização de projetos e das atividades produtivas, com o menor dispêndio de trabalho visando os custos mais favoráveis possíveis, com a maior taxa de produtividade e um máximo de segurança no ambiente de trabalho (GEHBAUER, 2004).

Segundo Mello et. al. (2008), a racionalização é um dos fatores preponderantes para o sucesso no ramo da construção civil, por ser altamente visada pela quantidade de resíduos sólidos produzidos e pela imagem de agressora ao meio ambiente.

Para Gehbauer (2004), há três tipos de racionalização e passos que podem ser implementados:

a) Tipo 1: é a racionalização que visa à redução dos custos no fluxo de material, na minimização das distâncias de transporte, na otimização das máquinas empregadas e na melhoria do fluxo de informações e da capacitação das pessoas envolvidas.

b) Tipo 2: são estudos na área da gerência da empresa em que as ineficiências são mais transparentes e o seu tratamento exige um procedimento mais complexo.

c) Tipo 3: são as limitações inerentes à indústria da construção civil de influenciar os fornecedores da cadeia produtiva para que cooperem na perspectiva de uma otimização do produto.

Um dos métodos adotados para a racionalização da construção civil é o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Sistema de Produção Enxuta. Para Ghinato (2000), este é uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, com alta qualidade e baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.

Vasconcelos, Barros Neto e Viana (2013) descrevem a produção enxuta como uma forma de agregar valor ao processo produtivo, realizando as atividades de maneira eficaz e sem interrupção, ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo, menos espaço e de forma customizada. Resumidamente, para Almeida e Picchi (2018), a produção enxuta tem como objetivo produzir mais valor para o cliente com menos desperdícios agregados.

No ramo da engenharia civil, a construção enxuta é vista como uma inovação na teoria da produção, na modelagem de informações de construção, na

representação do produto e na sustentabilidade dos requisitos do produto (KOSKELA, OWEN E DAVE, 2010).

Para Almeida e Picchi (2018), os conceitos de construção enxuta e sustentabilidade embasam, de maneiras distintas, métodos, ferramentas e práticas que buscam eliminar ou mitigar problemas frequentes do setor, como o alto impacto ambiental e a falta de eficiência de produção.

Pode-se afirmar que a construção enxuta contribui com a sustentabilidade ao menos de dois modos. Primeiramente, através do foco na redução de resíduos de materiais e energia durante a construção. Em segundo lugar, a maior confiabilidade operacional e do produto alcançados nos processos enxutos possibilita reduzir a quantidade de emissões prejudiciais (KOSKELA E TOMMELEIN, 2009; KING E LENOX, 2001).

2.1.1 Racionalização do Sistema de Vedação Vertical

A vedação vertical ocupa posição estratégica na construção de edifícios. Possui como principais funções compartimentar o ambiente e permitir o seu adequado uso, conforme especificado em projeto. É na produção da vedação vertical, especialmente dos vedos e dos revestimentos, que se observam os maiores índices de desperdícios tanto em materiais como de mão de obra empregada (FRANCO, 1998).

Ainda segundo Franco (1998), devido essa situação, torna-se fundamental o planejamento da execução da vedação vertical. Esta possui interfaces com a maioria dos serviços a serem realizados na execução de um edifício. Sendo assim, um mal planejamento deste subsistema levaria a problemas como interferência entre serviços, retrabalho e desperdícios. Desse modo, a racionalização da construção civil passa necessariamente pela racionalização dos serviços de vedação vertical.

Nesse contexto, o sistema de vedação de *drywall* possui alta produtividade devido à sua velocidade de instalação. Além disso, apresenta facilidade e menor chance de retrabalho na instalação de tubulações hidráulicas e elétricas, além de não necessitar de rasgos, o que diminui a geração de resíduos (VIANA E ALVES, 2013; TANIGUTI, 1999).

Por isso, as vedações de gesso acartonado (*drywall*) tem despertado a atenção das construtoras em virtude do potencial de racionalização que o mesmo oferece,

sendo cada vez maior o número de obras empregando esse sistema de divisória (TANIGUTI, 1999; MEDEIROS E BARROS, 2005).

2.2 Vedações em *Drywall*

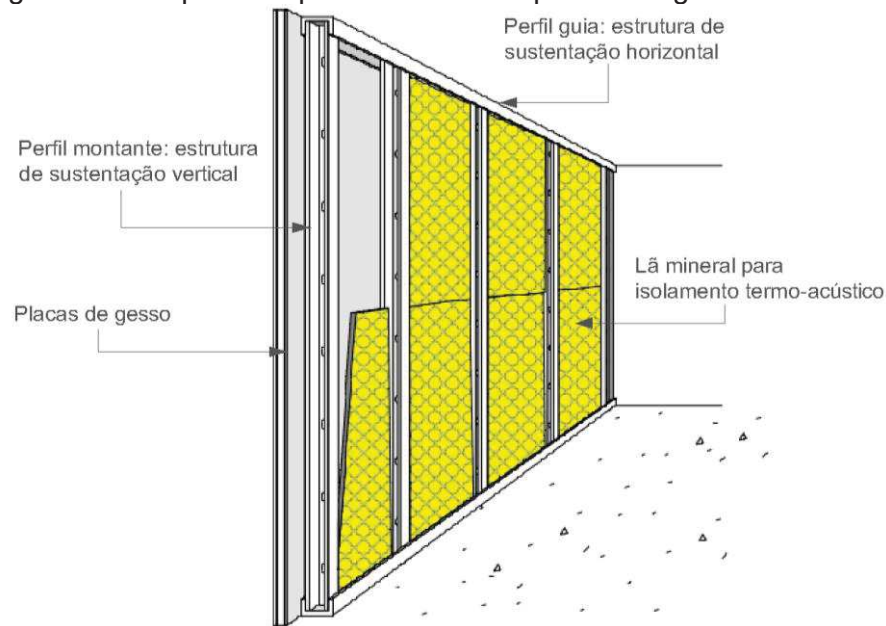
O gesso é um dos materiais mais antigos fabricados e utilizados pelo homem. Segundo Peres (2001, apud Souza, 2009), argamassas de gesso foram utilizadas desde oito mil anos a.C. na Síria e na Turquia, sendo também encontrado na pirâmide erguida por Quéops, a cerca de 2.800 anos a.C. Porém, somente a partir do século XX o gesso passou a ser empregado em larga escala, devido ao aumento de tecnologias na fabricação do mesmo. Atualmente, o gesso encontra sua maior aplicação na área da construção civil.

De acordo com Stein (1980, apud Taniguti, 1999), *drywall* refere-se aos componentes de fechamento que são empregados na construção a seco, tendo como principal função a compartimentação dos ambientes internos de edifícios. Geralmente, são compostos de gesso acartonado ou chapas de madeira compensada.

Drywall é comumente utilizado na construção de paredes e forros, além de embutir instalações, rebaixar tetos e criar elementos decorativos. É um sistema composto por chapas de gesso parafusadas em perfis de aço galvanizado, com alta resistência mecânica e acústica, conforme demonstrado na Figura 1 (COMAT, 2012). De acordo com Keerthan e Mahendran (2012), o gesso acartonado possui um núcleo de gesso entre duas camadas de papel, que são responsáveis por fornecer a resistência a tração adequada ao manuseio e uso.

Essa tecnologia construtiva passou a ser comercializada no início de 1900, nos Estados Unidos, substituindo a aplicação prática de gesso úmido em ripas de madeira. Os painéis são fabricados com tamanhos padronizados e enviados à obra para instalação e acabamento, permitindo reduzir e simplificar o esforço de trabalho necessário para obter superfícies de parede lisas (KOSKELA E TOMMELEIN, 2009).

Figura 1: Principais componentes de uma parede de gesso acartonado



Fonte: Taniguti (1999)

Existem diferentes tipos de chapas de *drywall*, que são desenvolvidas com diferentes materiais de acordo com a utilização que se deseja. Há três tipos de chapas principais: Standard (ST), que são chapas brancas para uso comum, em áreas secas; Resistente ao fogo (RF), que são chapas rosadas para áreas que exigem maior resistência a incêndios; e Resistente à umidade (RU), que são chapas verdes para áreas úmidas, como banheiros e cozinhas (TANIGUTI, 1999; NBR 14715-1, ABNT 2010).

Além dessas, também é possível encontrar chapas de *drywall* resistentes ao vapor d'água, resistentes ao impacto e flexíveis (TANIGUTI, 1999).

2.2.1 Características do *Drywall*

As principais características do sistema construtivo com *drywall*, de acordo com os autores Chapman e Izzo (2002), Taniguti (1999), Keerthan e Mahendran (2012), Sabău et. al. (2018) e Associação Brasileira de Drywall (2006), são:

- a) Possui vida útil de 30 a 70 anos.
- b) Apresenta facilidade na instalação de tubulações hidráulicas e elétricas, por não haver necessidade de rasgos nas paredes para a instalação.
- c) Uma parede de *drywall* com 14 mm de espessura, feita com chapa do tipo Standard, pode resistir a 60 minutos de contato com fogo. Se feita com chapa de resistência ao fogo, resiste até 120 minutos.

d) São leves, flexíveis, econômicas e fáceis de instalar.

e) Uma parede de *drywall* com 14 cm de espessura possui 42 kg/m², resultando em um sistema construtivo bem mais leve que a alvenaria convencional.

f) Uma parede de *drywall* com 14 cm de espessura possui um isolamento acústico de até 47 dB (sem isolamento) e até 55 dB (com isolamento).

Além dessas características, podem ser destacadas mais algumas peculiaridades do *drywall*. Segundo Keerthan e Mahendran (2012), o gesso acartonado possui boa proteção contra incêndio, sendo especialmente útil na proteção dos perfis de aço galvanizado utilizados no sistema *Light Steel Frame*¹. Segundo os autores, isso ocorre porque o gesso possui grande quantidade de água ligada em forma cristalina e, quando em situação de incêndio, a água do painel vaporiza, mantendo a temperatura constante em 100 °C (até que toda a água evapore) e retardando o aumento de temperatura na estrutura interna.

Taniguti (1999) ressalta a necessidade de mão de obra especializada para a instalação do *drywall*. Por conseguinte, há uma limitação do seu uso no Brasil em decorrência da pouca disponibilidade no país (em comparação com a mão de obra existente para construção em alvenaria tradicional).

De acordo com a Associação Brasileira de *Drywall* (2006), a maioria das placas são fabricadas com espessuras entre 6 mm e 25 mm, o que possibilita diferentes usos de acordo com a finalidade desejada. Por exemplo, quando se deseja executar um detalhe arquitetônico curvo, recomenda-se a utilização de placas de menor espessura, que possibilitem a curvatura.

A associação também salienta a necessidade de se utilizar buchas e ganchos específicos para *drywall* para fixar mobiliário e prateleiras. Em alguns casos, ainda há a necessidade de se fazer um reforço interno na parede, para cargas maiores. Isso representa uma desvantagem no sistema construtivo, visto que deve-se prever em projeto onde haverá cargas suspensas, não sendo possível fixar grandes cargas após o término da construção sem o parecer de um profissional habilitado nesse sistema.

¹ Light Steel frame (LSF): é um sistema construtivo de concepção racionalizada. Possui uma estrutura de perfis formados a frio de aço galvanizado, que formam um esqueleto estrutural capaz de resistir às cargas da edificação.

2.2.2 Execução de parede de *Drywall*

Antes de iniciar a execução das divisórias de *drywall*, é necessário que todos os serviços em que se utiliza água (concreto, argamassas, dentre outros) estejam finalizados e os períodos de cura vencidos. O ambiente deve estar seco e protegido contra a entrada de chuva. Além disso, o piso deve estar devidamente nivelado (TANIGUTI, 1999).

Ainda, segundo a autora, independente da largura, espessura ou tipo de chapa de gesso utilizada, pode-se dividir a montagem da divisória em seis etapas básicas:

a) Locação e fixação das guias de piso, parede e teto: é uma atividade que exige precisão durante sua realização, pois não é possível corrigir os erros de locação com camadas de argamassa. Essa etapa também é importante para evitar adaptações na hora de passar as tubulações elétricas e hidráulicas.

b) Colocação dos montantes: os montantes devem ser cortados com comprimento aproximadamente 10 mm menor que o pé direito, sendo a folga situada na parte superior. Após, encaixam-se os montantes verticalmente no interior das guias, obedecendo os espaçamentos definidos em projeto.

c) Fechamento da primeira face da divisória: as chapas de gesso podem ser fixadas com seu comprimento na posição vertical ou horizontal, visando minimizar o número de juntas. No caso de se utilizar mais de uma camada de chapa de gesso numa mesma face de divisória, as junções das chapas entre uma camada e outra devem ser desencontradas. Para evitar que as chapas absorvam umidade do piso, essas devem ser instaladas a 10 mm do piso.

d) Fechamento da segunda face da divisória: essa etapa deverá se iniciar somente após a realização dos testes das instalações, quando houver. As junções das chapas de uma das faces da divisória devem ser desencontradas das junções da face oposta.

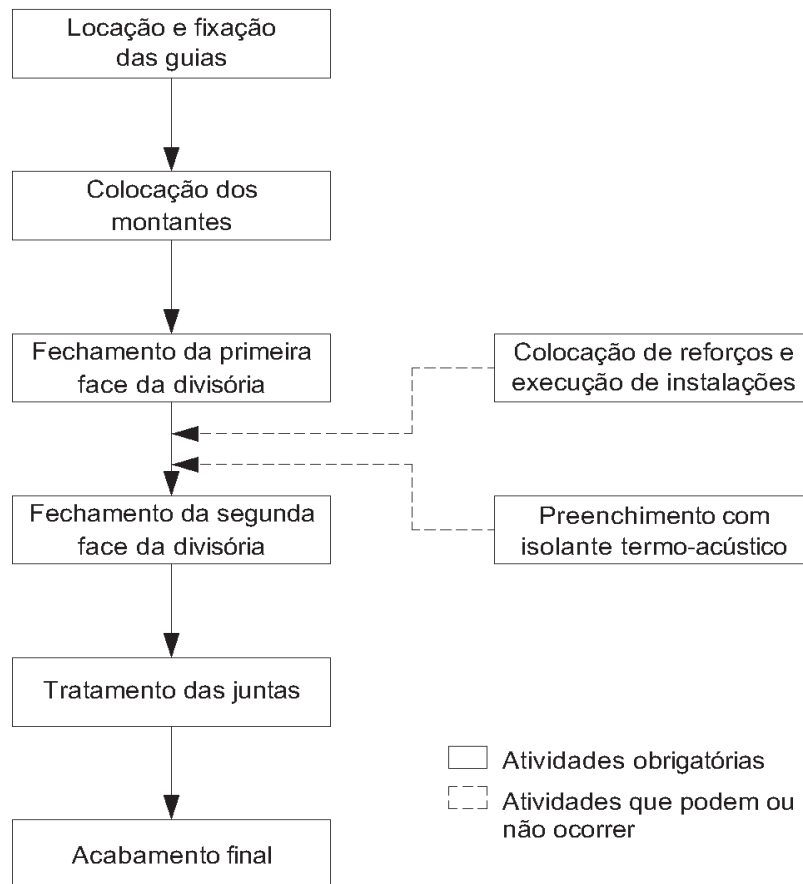
e) Tratamento das juntas: deve-se espalhar uma quantidade adequada de massa para rejunte nas juntas e, com ela ainda úmida, deve-se colocar uma fita de papel microperfurado no centro da junta, de cima para baixo. Quando a massa estiver seca, deve-se aplicar mais uma camada. As cabeças de parafusos e pregos de fixação também devem ser cobertas com a massa de tratamento das juntas. O número de camadas de massa dependerá do acabamento final desejado. Para rejuntamento de cantos internos, pode-se utilizar a mesma técnica descrita anteriormente. Já para

cantos externos, é recomendado o uso de cantoneiras metálicas no lugar da fita de papel.

f) Acabamento: é recomendado que não se inicie o acabamento em menos de 48 horas após o rejuntamento. Para acabamento, pode-se aplicar tinta, tinta texturizada, papel de parede, placas cerâmicas, entre outros.

Desse modo, a Figura 2 ilustra esquematicamente as principais etapas e a sequência de execução.

Figura 2: Etapas de execução da divisória de gesso acartonado



Fonte: Taniguti (1999).

Conforme demonstrado esquematicamente, a colocação de reforços, execução das instalações elétricas e hidráulicas e preenchimento com isolante termoacústico são atividades que podem ou não ocorrer, dependendo das características de projeto (TANIGUTI, 1999).

2.3 Vedações em blocos cerâmicos

A alvenaria de blocos cerâmicos tem sido o principal material de construção do homem durante toda a sua história. Os primeiros relatos de seu uso datam por volta de 10.000 a.C., com tijolos secos ao sol nas construções persas e assírias, e 3.000 a.C., com tijolos queimados em fornos (FRANCO, 1998).

Alvenaria é um sistema construtivo de paredes e muros executados com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que formam um conjunto rígido e coeso (BARROS, 2009; YAZIGI, 2009).

A alvenaria de blocos cerâmicos é largamente utilizada no Brasil, podendo ser estrutural ou de vedação. Os blocos para vedação possuem furos de forma prismática, geralmente retangulares ou cilíndricos, perpendiculares às faces que os contém. Sua matéria prima é a argila, contendo ou não aditivos (SOUZA, 2009).

De acordo com Yazigi (2009), os blocos de vedação não têm a função de suportar outras cargas verticais, além do seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação e podem ser classificados em comuns e especiais. Os blocos de vedação comuns, mais utilizados, possuem dimensões definidas e apresentam resistência a compressão, na área bruta, de 1 MPa. Já os blocos de vedação especiais podem ser fabricados em dimensões diferentes mediante contrato entre produtor e construtora, desde que respeitadas às especificações contidas nas normas técnicas.

2.3.1 Características dos blocos cerâmicos

A seguir, são apresentadas algumas características do sistema construtivo em alvenaria tradicional, de acordo com os autores Souza (2009), Yazigi (2009), Ferreira Neto (2010) e Viana e Alves (2013).

- a) Possui baixo custo unitário.
- b) É um bom isolante térmico.
- c) Blocos cerâmicos com 14 cm de largura, sem revestimento, possuem uma carga de 120 kg/m², o que demonstra que se trata de um sistema construtivo de vedação pesada.
- d) Blocos cerâmicos com 14 cm de largura podem resistir até 175 minutos em contato com o fogo.

e) Paredes de alvenaria com 14,5 cm de espessura (sendo 11,5 cm de bloco cerâmico e 1,5 cm de revestimento de cada lado) possuem isolamento acústico por volta de 37 dB.

f) Apresenta maior dificuldade de instalação de tubulações elétricas e hidráulicas, devido a necessidade de rasgos nas paredes.

g) Gera maior produção de entulho e desperdício de materiais.

h) Apresenta tempo elevado para execução.

A muitos autores, como por exemplo, Viana e Alves (2013), costumam dizer que não há necessidade de mão de obra qualificada para a execução de alvenaria tradicional e, por esse motivo, isso representaria uma vantagem ao se comparar com a técnica construtiva de *drywall*. Entretanto, na realidade há uma maior quantidade de mão de obra disponível para esse serviço, o que facilita a contratação de operários, além de baratear o serviço. Porém, também há necessidade de qualificação de mão de obra.

2.3.2 Execução de parede de alvenaria tradicional

O projeto estrutural é que definirá o momento que se inicia a execução das vedações em bloco cerâmico em cada pavimento. No caso de estruturas convencionais de concreto armado, recomenda-se iniciar os serviços de alvenaria no mínimo após 28 dias da concretagem do respectivo pavimento, após completa retirada das escoras e sem que sobre ele estejam atuando cargas do pavimento superior. No caso de edifícios com estrutura de aço não há necessidade dessa espera (THOMAZ et al., 2009).

Desse modo, para a execução de paredes de alvenaria, devem-se seguir os seguintes passos (BARROS, 2009; THOMAZ et al., 2009):

a) Marcar a alvenaria no piso.

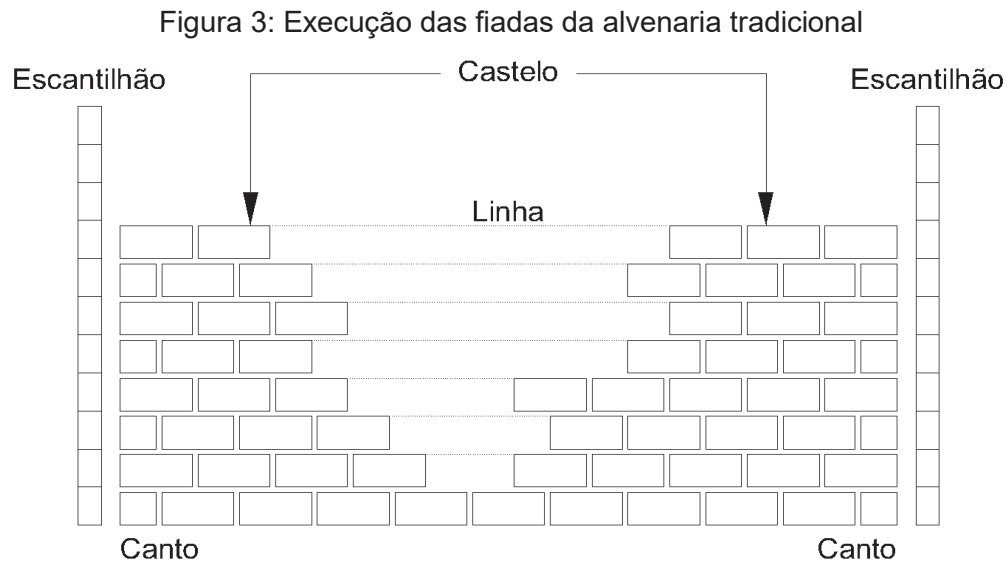
b) Limpar e umedecer a superfície que receberá a fiada de marcação.

c) Posicionar os escantilhões nas extremidades e estender uma linha-guia de um para outro.

d) Iniciar o assentamento da primeira fiada, iniciando-se pelos cantos, que servirão de guia.

e) Verificar o alinhamento das faces e o nivelamento de cada unidade, à medida que esta vai sendo assentada.

- f) Posicionar novamente o escantilhão e a linha na parede a ser elevada.
- g) Assentar os tijolos utilizando juntas verticais e horizontais. Deve ser iniciado pelos cantos, executando-se primeiramente o início e o fim de algumas fiadas, o que chama “castelo”, conforme demonstrado na Figura 3. Verificar a espessura e o nivelamento das juntas.



Fonte: Adaptado de Barros (2009).

h) Depois de executados os “castelos”, preenche-se o interior das paredes, fiada por fiada, com o uso de uma linha-guia. Recomenda-se elevação máxima, em um dia, de uma altura entre 1,20 e 1,50 metros, aproximadamente.

i) Quando há encontro entre paredes ou encontro entre parede e pilar deve haver uma ligação entre os elementos, a fim de se evitar futuras trincas. A técnica mais utilizada é inserir a cada duas ou três fiadas pequenas barras de aço (chamadas “ferros-cabelo”) ou tela metálica na camada de argamassa, ligando os dois elementos.

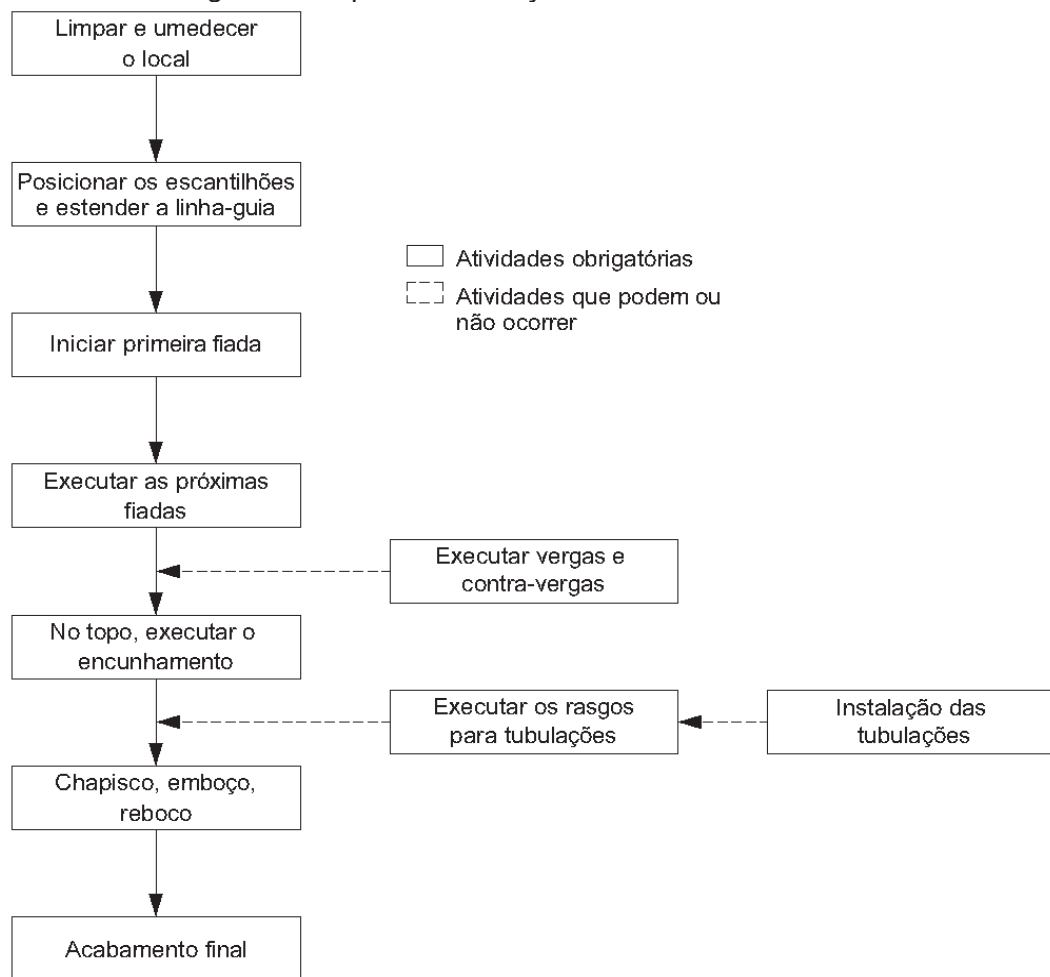
j) Se houver esquadria na parede, deve-se fazer as vergas e contravergas, para se evitar trincas nos cantos dos vãos.

k) Ao chegar ao topo da parede, deve-se fazer o encunhamento. A técnica mais comum empregada é o encunhamento com tijolos comuns assentados inclinados e pressionados entre a última fiada e a viga ou laje superior. Podem ser utilizados, também, cunhas pré-moldadas de concreto ou argamassa com expansor.

l) Finalizar com chapisco, emboço, reboco e acabamento final.

Desse modo, a Figura 4 demonstra esquematicamente as principais etapas e sequência de execução da alvenaria.

Figura 4: Etapas de execução da alvenaria tradicional



Fonte: Autora (2019).

Como demonstrado no fluxograma, os serviços de vergas e contra-vergas e rasgos e instalação de tubulações podem ou não ocorrer, de acordo com as características do projeto.

2.4 Pesquisas Atuais

Devido ao aumento da importância que o *drywall* tem adquirido ao longo dos últimos anos, diversas pesquisas foram realizadas de modo a verificar as potencialidades do gesso acartonado.

Erbs et. al. (2018) realizaram um estudo acerca das propriedades físicas e mecânicas do gesso reciclado proveniente de chapas de gesso acartonado. Segundo eles, o crescente aumento do uso de gesso acartonado carrega consigo o aumento na produção de resíduos de gesso, que geralmente é descartado de maneira incorreta em aterros ou bota-foras. Por meio de um processo de reciclagem composto por

etapas de moagem e calcinação dos resíduos, determinaram-se as propriedades físicas e mecânicas do gesso reciclado e concluíram que há viabilidade na reciclagem, pois após a reidratação foi possível moldar corpos de prova. Entretanto, frisam que os corpos de prova moldados apenas com gesso reciclado não atendem aos requisitos mínimos estipulados pela NBR 13207/94 (Gesso para construção civil – especificação), portanto, sugerem a aplicação na confecção de estátuas e imagens.

Geraldo et. al. (2017) também realizaram um estudo sobre o potencial de reciclagem do gesso acartonado, verificando se o processo de reciclagem afetava os produtos reidratados e quantas vezes era possível reciclar placas de gesso sem afetar suas características. Assim como Erbs et. al. (2018), chegaram a conclusão que é viável a reciclagem de placas de gesso.

Keerthan e Mahendran (2012) realizaram uma pesquisa a respeito do comportamento do gesso acartonado em situação de incêndio. Os autores afirmam que placas de gesso são comumente utilizadas como material de segurança contra incêndios na indústria da construção, especialmente na proteção de perfis de aço em sistemas LSF (Light Gauge Steel Framing). No entanto, havia muitas discrepâncias em relação às propriedades térmicas do gesso acartonado. Desse modo, os autores desenvolveram modelos de elementos finitos para simular o comportamento térmico do gesso sob condições de fogo padrão. A precisão dos modelos foi validada comparando os resultados numéricos com resultados de testes experimentais.

No trabalho de Sabão et. al. (2018), foi verificado o comportamento estrutural de um edifício residencial de 11 andares, em Barranquilla (Colômbia), em três configurações diferentes de sistema de partição: divisórias de alvenaria feitas de tijolo de barro, divisórias de alvenaria feitas de blocos de concreto e divisórias leves feitas de *drywall*. Ao final, concluíram que o edifício com sistema de partição leve se comportou melhor em relação às deformações. Além disso, na análise de custos demonstraram que é mais econômico construir o edifício com divisórias de *drywall*, com uma redução de custo de 12% em comparação com as divisórias de alvenaria.

Também, é possível encontrar artigos e até trabalhos de conclusão de curso que abordam a relação entre o custo de construir com alvenaria tradicional e custo de construir com *drywall*. Na Tabela 1 são apresentados alguns resultados dessas pesquisas, segundo os autores Heringer [201-?], Tapparo et. al. (2016), Berres et. al. [201-?], Ferreira et. al. (2016), Lima (2012) e Fleury (2014). É possível perceber que os resultados são bem discrepantes, possivelmente devido a diferença entre as

edificações, a metodologia de pesquisa empregada, os preços praticados em cada localidade e o ano das pesquisas.

Tabela 1: Resultado de pesquisas comparativas de custo entre *drywall* e alvenaria

Tipo de construção	Ano da pesquisa	Custo por m² de <i>drywall</i>	Custo por m² de alvenaria	Diferença de custo do <i>drywall</i> em relação a alvenaria
Edifício residencial com 4 pavimentos	201-?	R\$ 90,00	R\$ 107,53	- 16,3 %
Edifício residencial com 8 pavimentos	2016	R\$ 366,19	R\$ 349,64	+ 4,52 %
Edifício residencial com 13 pavimentos	201-?	R\$ 136,98	R\$ 131,07	+ 4,31 %
Edifício residencial com 37 pavimentos	2016	R\$ 98,04	R\$ 111,57	- 12,13 %
Edifício residencial e comercial com 19 pavimentos	2012	R\$ 47,28	R\$ 51,78	- 8,69 %
Edifício residencial com 11 pavimentos	2014	R\$ 51,76	R\$ 75,84	- 31,75 %

Fonte: Heringer [201-?], Tapparo et. al. (2016), Berres et. al. [201-?], Ferreira et. al. (2016), Lima (2012) e Fleury (2014).

Em relação à produção enxuta, também é possível encontrar pesquisas a respeito, que demonstram se tratar de um método tecnológico que possibilita maior racionalização na construção civil.

Vasconcelos, Barros Neto e Viana (2013) desenvolveram um trabalho com o objetivo de verificar a contribuição da produção enxuta (*Lean*) e da gestão ambiental (*Green*) para a redução de desperdícios nos processos produtivos. Realizaram esse trabalho por meio de um estudo de caso múltiplo aplicado a três empresas de setores econômicos diferentes e que utilizavam o sistema de produção enxuta associado a prática de gestão ambiental. Os resultados encontrados indicam que essa associação contribui para a redução de desperdícios nos processos produtivos.

Koskela, Owen e Dave (2010), afirmam em seu trabalho que a tecnologia BIM (*Building Information Modelling*), atuando em paralelo com a construção enxuta e a sustentabilidade, ajuda na diminuição de desperdícios e possibilita a avaliação sustentável de soluções propostas durante a construção por meio de simulações de consumo de energia e de emissão de gases de efeito estufa. Os autores acreditam que as três abordagens em conjunto podem realizar o salto de melhorias que o setor de construção civil necessita.

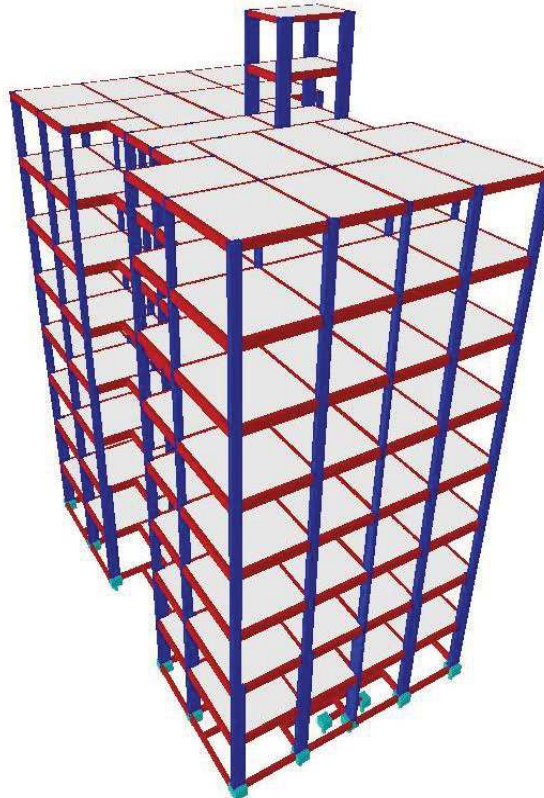
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho teve por objetivo comparar o orçamento e programação de obra de um edifício com oito pavimentos em duas situações: com vedações internas de blocos cerâmicos e vedações internas em *drywall*. Para isso, utilizou-se o dimensionamento estrutural e o quantitativo de materiais levantados no trabalho de conclusão de curso intitulado *Estudo da influência do tipo de vedação no dimensionamento das estruturas de um edifício residencial de concreto armado*, desenvolvido Genehr (2016).

3.1 Descrição da edificação

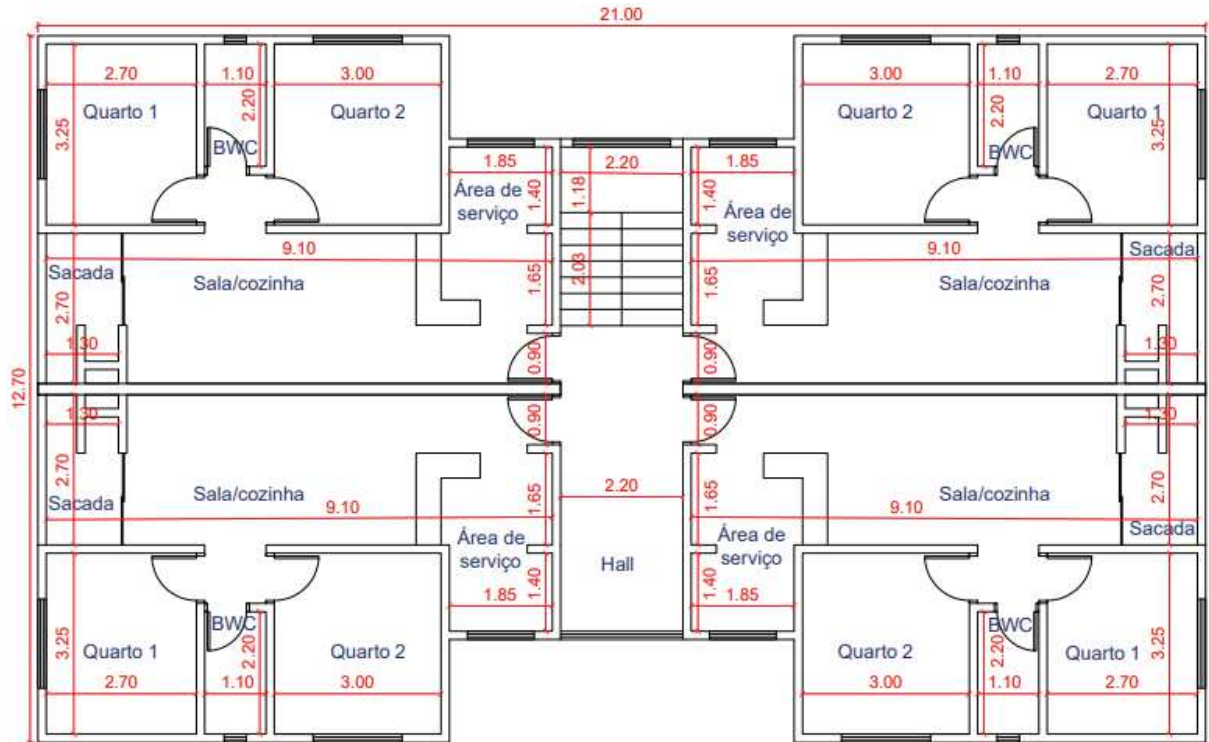
O projeto utilizado como estudo de caso se refere a um edifício de oito pavimentos tipo, sendo cada um composto por quatro apartamentos de 56 m², com dois quartos, sala de estar, sala de jantar, cozinha, banheiro, sacada e área de serviço. As Figura 5 e Figura 6 demonstram o modelo 3D do edifício e a planta baixa do pavimento tipo, respectivamente.

Figura 5: Modelo 3D da edificação com 8 pavimentos.



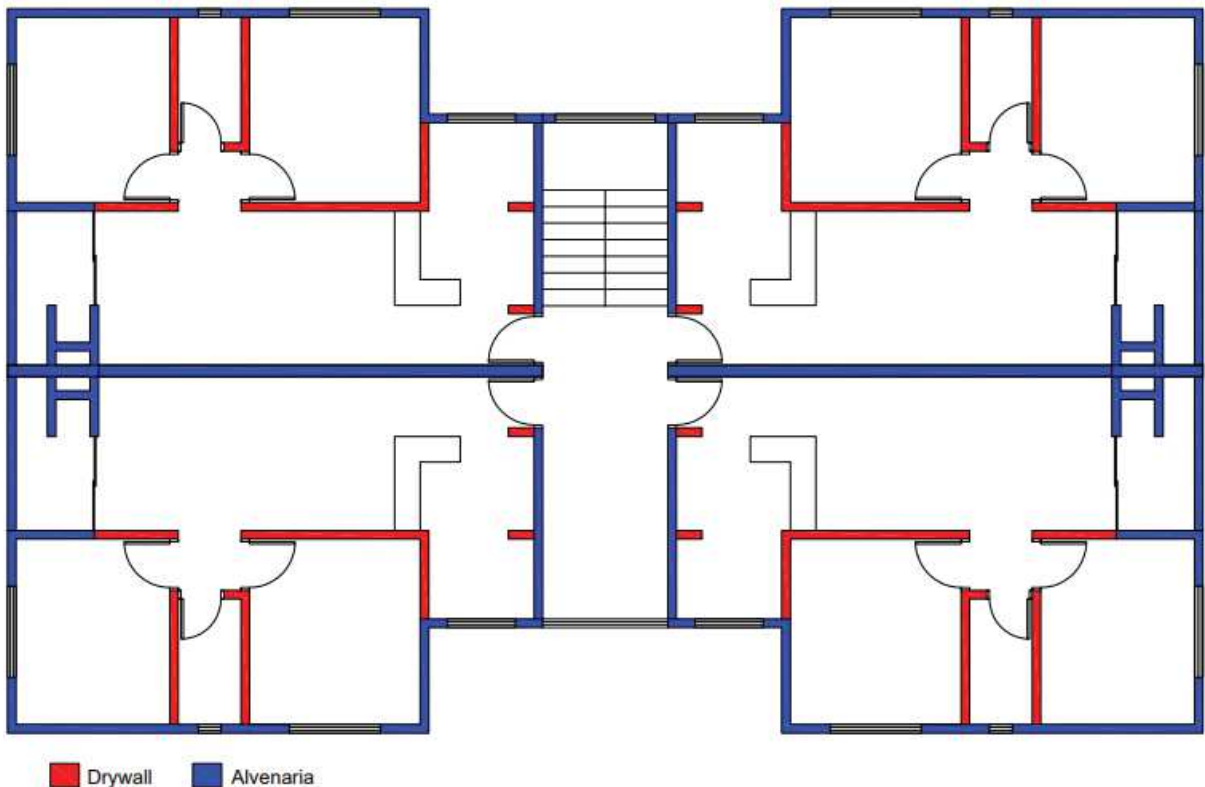
Fonte: Genehr (2016).

Figura 6: Planta baixa do pavimento tipo



Fonte: Genehr (2016).

A Figura 7 demonstra as paredes que foram substituídas por *drywall*.

Figura 7: Paredes de alvenaria substituídas por *drywall*

Fonte: Autora (2019).

Para o dimensionamento, o autor pré-estabeleceu algumas informações: utilizou-se lajes maciças em concreto armado com 12 cm de espessura, armadas nas duas direções, a edificação foi considerada em ambiente com classe de agressividade II, o concreto utilizado foi de classe C-25 e a velocidade básica do vento adotada foi de 47 m/s (valor aproximado para a cidade de Toledo). Sobre as escadas foi considerada a existência de um reservatório com volume de 13,24 m³.

No anexo A são apresentados mais detalhes da estrutura da edificação.

3.2 Carga das vedações internas

Para o cálculo da carga das vedações de alvenaria de blocos cerâmicos, adotou-se como peso próprio o valor de 13 kN/m³ e para a argamassa, utilizada para emboço, chapisco e assentamento, 19 kN/m³. Considerou-se blocos com 9 centímetros de largura, 14 centímetros de altura e 24 centímetros de comprimento, assentados com 1,5 cm de argamassa. Considerou-se, também, 2 cm de emboço e chapisco nas duas superfícies de vedação. Desse modo, para 1m² de alvenaria, obteve-se uma carga de 2,02 kN/m².

Para o caso da vedação interna com *drywall*, adotou-se a carga de 0,22 kN/m², correspondente a uma vedação de 9,5 cm de espessura, composta pela estrutura metálica e duas chapas de gesso acartonado.

3.3 Quantitativo de materiais

Na Tabela 2 são apresentados os quantitativos de aço, concreto e fôrmas para o edifício com vedação interna de alvenaria tradicional e com vedação interna de *drywall* apresentados por Genehr (2016) em seu estudo.

Tabela 2: Quantitativo de materiais para a edificação

Tipo de vedação interna	Elemento	Peso de aço + 10% (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de fôrma (m²)
Alvenaria com blocos cerâmicos	Vigas	8.600,00	102,70	1.596,40
	Pilares	7.328,30	82,00	1.053,20
	Lajes	10.459,60	204,20	1.701,20
	Escadas	274,40	9,10	100,80
	Total	26.662,30	398,00	4.451,60
Drywall	Vigas	8.117,70	101,00	1.574,30
	Pilares	6.911,00	82,00	1.053,20
	Lajes	9.838,00	204,20	1.701,20
	Escadas	274,40	9,10	100,80
	Total	25.141,10	396,30	4.429,50

Fonte: Adaptado de Genehr (2016).

Os dados apresentados na Tabela 2 foram utilizados para levantamentos de custo dos dois sistemas de vedação analisados.

3.4 Orçamento

Para cada situação estudada foi elaborado o orçamento detalhado, considerando as seguintes etapas:

a) Identificação das atividades: foi efetuado o orçamento do sistema estrutural e de vedação interna e externa de cada obra. Em relação à estrutura, foram utilizados os quantitativos encontrados por Genehr (2016). A Tabela 3 apresenta os serviços considerados neste trabalho.

Tabela 3: Serviços que serão orçados para as vedações internas

Obra com vedação de alvenaria	Obra com vedação de drywall
Armação	Armação
Concreto	Concreto
Fôrmas	Fôrmas
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de 9x19x19 cm	Divisória completa de gesso acartonado tipo Standard com 9,5 cm de espessura.
Chapisco interno e externo	Chapisco interno e externo (para alvenaria)
Emboço interno e externo	Emboço interno e externo (para alvenaria)
Chapisco em teto	Chapisco em teto
Emboço em teto	Emboço em teto
Rasgos para tubulações	Rasgos para tubulações (para alvenaria)
Enchimento de rasgos	Enchimento de rasgos
Emassamento para parede interna e externa	Emassamento para parede interna e externa
Pintura acrílica interna e externa	Pintura acrílica interna e externa

Fonte: Autora (2019).

Por não haver projeto elétrico ou hidrossanitário, foi necessário estimar a quantidade de tubulação existente em cada pavimento. Para tal, foram utilizados os indicadores para projeto de instalações de Solano (2008):

- Comprimento tubulação água fria, por área real total: 0,49 m/m²
- Número de pontos elétricos, por área total real: 0,36 pontos/m²
- Comprimento dos eletrodutos, por número de pontos elétricos: 1,92 m/ponto

Para os demais serviços que são iguais para as duas situações, ou seja, independentemente da utilização de vedação em bloco cerâmico ou *drywall*, foi realizada estimativa por etapa de obra. Desta forma, foram considerados como iguais os projetos de instalação da obra, serviços gerais, trabalhos em terra, fundação, instalações, cobertura, tratamentos, esquadrias, pavimentação, rodapé, soleira e peitoril, ferragens, vidros, aparelhos, complementação e limpeza.

Esses serviços foram orçados por meio da consideração da sua representatividade no custo total, como apresentado na Tabela 4.

Para determinação dos custos dos serviços citados, primeiramente foi identificado o custo total da edificação por meio da utilização do Custo Unitário Básico da Construção (CUB), que fornece o custo por metro quadrado da construção para cada tipo de obra. Com isso, o CUB foi multiplicado pela área total do edifício para obter o custo global da obra.

Para se obter a área global, primeiramente foi necessário calcular o valor da área equivalente dos pavimentos barrilete e reservatório, ou seja, o quanto de área de um pavimento tipo eles representam. Para tal, utilizou-se o coeficiente de equivalência médio de 0,625 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005). Por fim, foram somadas as áreas equivalentes com as áreas dos pavimentos tipo.

Com este custo global foram aplicados os percentuais apresentados na Tabela 4 para obter o custo de cada serviço.

Tabela 4: Representatividade para estimativa de custos por etapas de obra

Serviços	Representatividade	
	Mínima	Máxima
Projetos	1,6	2,7
Instalação da obra	2,2	4,4
Serviços gerais	8	13
Trabalhos em terra	0,5	1
Fundação	4,5	6,5
Estrutura	14	19
Instalações	12	17
Alvenaria	3,3	6,5
Cobertura	0,6	1,1
Tratamentos	1	2,7
Esquadrias	5,5	7,5
Revestimentos	8,5	14
Pavimentação	4,5	7,5
Rodapé, soleira e peitoril	0,8	1,6
Ferragens	0,8	1,5
Pintura	2,2	4,4
Vidros	1	2,2
Aparelhos	2,7	5,5
Complementação	0,5	0,9
Limpeza	0,15	0,45

Fonte: Mattos, 2006

b) Elaboração das composições de custos unitários: As composições foram elaboradas com base na TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamento), que apresenta o consumo detalhado de diversos serviços constantes numa obra, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1: Exemplo de composição de alvenaria de tijolos maciços

(04.211.8.1) Alvenaria de vedação com tijolos maciços cerâmico 5,7 x 9 x 19 cm, juntas de 12 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com 100 kg de cimento – tipo 5 – unidade: m²			
Componentes	Unid.	Consumos	
		Espessura da parede (cm)	
		5,7	9
Pedreiro	h	0,90	1,60
Servente	h	0,90	1,60
Tijolo maciço cerâmico 5,7 x 9 x 19 cm (altura 57 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	51,00	75,30
Argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com adição de 100 kg de cimento	m ³	0,013	0,0261
Composição detalhada incluindo a produção de insumos			
Pedreiro	h	0,90	1,60
Servente	h	0,926	1,6522
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	1,30	2,61
Argamassa de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4	m ³	0,011921	0,0239337
Tijolo maciço cerâmico 5,7 x 9 x 19 cm (altura 57 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	51,00	75,30

Fonte: Adaptado da TCPO (2013).

c) Pesquisa de preços: Foram utilizados os custos contidos na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Para os insumos não disponibilizados na tabela, foi realizado orçamento com estabelecimentos locais.

d) Elaboração da planilha do orçamento: Planilha final com os custos unitários e totais para os serviços pesquisados.

Para os orçamentos, foram considerados apenas os custos diretos, não sendo aplicadas as taxas de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

3.5 Programação de obra

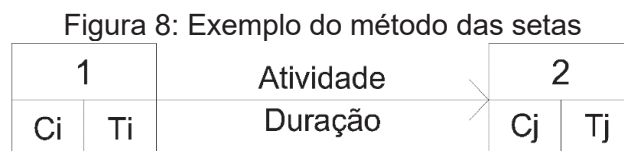
Foi realizada a programação de obra para cada uma das situações estudadas, utilizando-se os índices contidos na TCPO, de modo a determinar o tempo necessário para a finalização da obra.

A programação foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

a) Definição das durações das atividades: Utilizando-se as etapas previstas na orçamentação, foi calculada a duração de cada uma. Para isso, foram utilizados os índices de produtividades apresentados nas composições unitárias da TCPO para cada serviço.

b) Definição das dependências entre as atividades: Para que determinadas etapas do serviço sejam realizadas é necessário que outras já tenham sido finalizadas. Desse modo, é preciso que se elabore a sequência de dependências entre as atividades para que se inicie a programação.

c) Elaboração do diagrama PERT/CPM: A partir do diagrama, foi possível calcular as datas de início e fim de cada atividade, além de verificar as folgas disponíveis e o caminho crítico. Para a construção do diagrama optou-se pelo método das setas, onde as atividades são representadas por uma seta e os nós marcam o início e fim das mesmas, conforme representado na Figura 8.



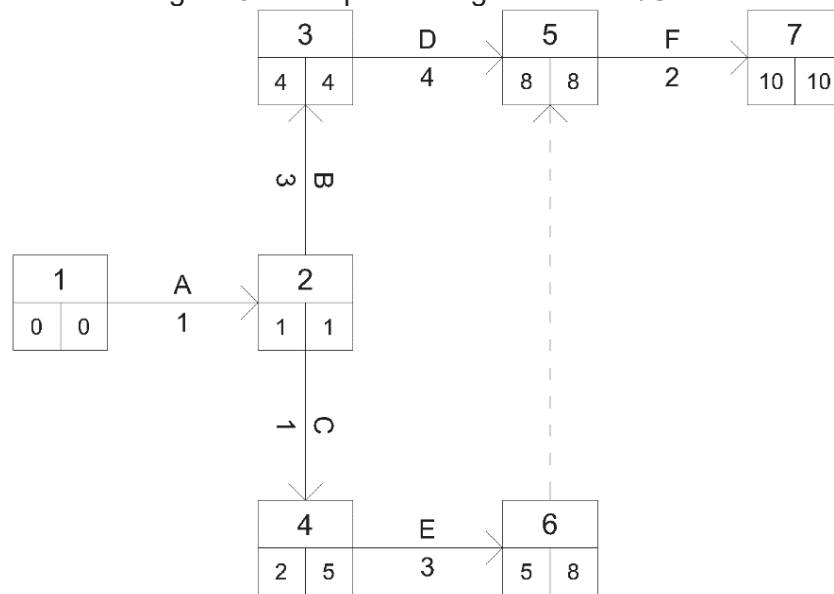
Fonte: Autora (2019).

Onde:

- C_i = Data cedo do evento. É o tempo necessário para que o evento seja atingido, considerando-se que as atividades antecessoras não atrasaram.
- T_i = Data tarde do evento. É a data limite de realização de um evento. Qualquer execução que ultrapassar esta data atrasará o projeto planejado.

Um exemplo de diagrama PERT/CPM é demonstrado na Figura 9.

Figura 9: Exemplo de diagrama PERT/CPM



Fonte: Autora (2019).

d) Elaboração do gráfico de Gantt: A partir do gráfico, é possível uma melhor visualização dos prazos de execução e das folgas de cada etapa, além do prazo total da obra. Para isso, deve-se calcular os seguintes elementos:

- PDI (primeira data de início): $C_i + 1$. Se refere à primeira data onde uma atividade pode ser iniciada, ou seja, quando todas suas antecessoras já foram cumpridas.
- PDT (primeira data de término): $PDI + d - 1$. É a data que a atividade terminará se iniciar na sua PDI.
- UDI (última data de início): $UDT - d + 1$. Se refere à última data que a atividade pode começar sem que, com isso, provoque atrasos nas atividades sucessoras.
- UDT (última data de término): T_j . É a data que a atividade deve finalizar se iniciada na UDI.
- FL (folga livre): $C_j - PDT$. É a folga disponível a uma atividade tal que não prejudica as PDI de suas sucessoras.
- FT (folga total): $UDT - PDT$. É a folga disponível a uma atividade tal que não prejudica as UDI de suas sucessoras.

Na Figura 10 está representado um diagrama de Gantt.

Figura 10: Exemplo de gráfico de Gantt

ATIVIDADE	DIAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	■									
B		■	■	■						
C		■	■	■	■					
D					■	■	■	■		
E			■	■	■	■	■	■		
F									■	■

Fonte: Autora (2019).

Esse gráfico de Gantt foi feito com base no diagrama PERT/CPM representado na Figura 9.

3.6 Procedimentos para a análise dos dados

Para atingir os objetivos propostos no trabalho foi realizada uma análise comparativa dos custos de cada etapa dos serviços estudados, bem como do custo total. Também foi elaborada a curva ABC dos serviços que, segundo Tubino (2000), consiste em uma técnica para analisar e caracterizar quais itens devem receber maior atenção a partir do seu grau de importância. Para a construção da curva, deve-se classificar os serviços do orçamento em ordem decrescente, ou seja, dos serviços com maior peso no custo total aos serviços de menor peso. A partir disso, os serviços que representarem 80% dos custos serão classificados como da categoria A; os que representarem 15% dos custos serão de categoria B e o restante (5% do custo), categoria C.

Em relação à programação, foi comparada a duração de cada etapa dos serviços, além da duração total de cada obra estudada. Também foi analisado o número de funcionários (pedreiros e serventes) necessários para execução de um pavimento tipo com cada sistema construtivo, bem como a quantidade de recursos financeiros requeridos semanalmente para a execução do pavimento. Para isso, foram geradas curvas de agregação de recursos, que são curvas que mostram a evolução de utilização de um ou mais recursos em um projeto por período de tempo (CASAROTTO (1995)). Com base nisso, foram desenvolvidas curvas S (curva de agregação acumulada) para o pavimento tipo de cada sistema construtivo analisado,

para facilitar a comparação entre a quantidade de recursos requeridos para cada obra estudada, por semana.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo são abordados os resultados obtidos na pesquisa. Primeiramente são expostos e discutidos os resultados acerca do orçamento de cada obra estudada. Após, são apresentados os cálculos e conclusões acerca da programação de cada obra.

4.1 Análise de custo

Nos próximos tópicos são discutidas as diferenças existentes entre os quantitativos e custos dos insumos para os dois projetos em estudo.

4.1.1 Estrutura

A Tabela 5 apresenta as quantidades e custos das atividades da estrutura. O único item que apresentou diferença significativa entre a obra que utilizou apenas alvenaria e a obra com *drywall* foi a armadura dos pilares, vigas e lajes.

Tabela 5: Quantitativo e custo dos elementos estruturais

Item	Quantitativo		Custo total	
	Alvenaria	Drywall	Alvenaria	Drywall
Armadura de aço para pilares, CA-50 (kg)	7328,3	6911	R\$ 65.821,03	R\$ 62.072,94
Armadura de aço para vigas, CA-50 (kg)	8600	8117,7	R\$ 96.183,60	R\$ 90.789,49
Armadura de aço para lajes, CA-50 (kg)	10459,6	9838	R\$ 109.156,18	R\$ 102.669,17
Armadura de aço para escadas, CA-50 (kg)	274,4	274,4	R\$ 3.068,93	R\$ 3.068,93
Forma para pilares, 5 aproveitamentos (m ²)	1053,2	1053,2	R\$ 38.113,62	R\$ 38.113,62
Forma para vigas, 5 aproveitamentos (m ²)	1596,4	1574,3	R\$ 50.167,06	R\$ 49.472,57
Forma para lajes, 5 aproveitamentos (m ²)	1701,2	1701,2	R\$ 54.418,39	R\$ 54.418,39
Forma para escadas, 5 aproveitamentos (m ²)	100,8	100,8	R\$ 7.115,45	R\$ 7.115,45
Concreto, fck=25 MPa (m ³)	398	396,3	R\$ 158.783,49	R\$ 158.105,27
TOTAL			R\$ 582.827,76	R\$ 565.825,84

Fonte: Autora (2019).

Essa diferença entre os quantitativos de aço se deve a diferença de peso entre as vedações de alvenaria e *drywall*. Desse modo, foi possível diminuir a quantidade de aço dos elementos estruturais da obra com vedação interna de *drywall* sem, no entanto, mudar a área dos pilares, vigas e lajes. As escadas não sofreram mudança em sua configuração, permanecendo iguais em ambas as obras.

Os custos referentes à armadura dos pilares, vigas e lajes correspondem à 45,16 % e 46,53 % do custo total dos elementos estruturais da obra com vedação de *drywall* e da obra com vedação de alvenaria, respectivamente. Com o uso do gesso acartonado, houve uma economia de R\$ 17.001,92, correspondente à 2,92 % do custo do serviço em relação à obra com apenas vedação de alvenaria.

Sendo assim, por representarem quase metade do orçamento dos elementos estruturais, optar por uma obra mais leve que possibilite redução na quantidade de aço da estrutura torna-se economicamente vantajoso.

Houve uma pequena diferença no quantitativo de fôrmas para vigas e concreto comparando-se as duas obras. Isso se deve ao fato das vigas baldrame da obra com vedação interna de *drywall* possuírem altura 5 centímetros inferior às vigas da obra com vedação de blocos cerâmicos.

4.1.2 Revestimentos

Os quantitativos dos revestimentos foram calculados com base na planta baixa do pavimento tipo. A Tabela 6 demonstra os valores obtidos e o custo de cada elemento.

Tabela 6: Quantitativo e custo dos revestimentos

Item	Quantitativo		Custo total	
	Alvenaria	Drywall	Alvenaria	Drywall
Chapisco para parede externa (m ²)	2170,92	2170,92	R\$ 13.515,93	R\$ 13.515,93
Emboço para parede externa (m ²)	2170,92	2170,92	R\$ 82.903,31	R\$ 82.903,31
Chapisco para parede interna (m ²)	5382,00	2949,44	R\$ 33.507,79	R\$ 18.362,92
Emboço para parede interna (m ²)	5382,00	2949,44	R\$ 205.528,35	R\$ 112.633,51
Chapisco em teto (m ²)	1722,32	1722,32	R\$ 24.640,14	R\$ 24.640,14
Emboço em teto (m ²)	1722,32	1722,32	R\$ 59.947,96	R\$ 59.947,96
Azulejo (m ²)	576,16	576,16	R\$ 24.323,46	R\$ 24.323,46
TOTAL			R\$ 444.366,95	R\$ 336.327,23

Fonte: Autora (2019).

A diferença entre os resultados obtidos para chapisco e emboço das paredes internas entre as duas obras se deve ao fato das paredes de *drywall* não receberem esse tipo de revestimento. O custo dos revestimentos argamassados para paredes internas correspondem a 53,79 % e 38,95 % do custo total dos revestimentos da obra com vedação interna de alvenaria e da obra com vedação interna de gesso acartonado, respectivamente.

Com o uso de *drywall*, houve uma economia de R\$ 108.039,73, correspondente à 24,31 % de redução do custo do serviço em relação à obra com vedação de alvenaria. Desse modo, o uso do gesso acartonado se demonstra economicamente vantajoso ao possibilitar a diminuição do uso de revestimentos argamassados.

4.1.3 Execução e enchimento de rasgo para tubulação

Na Tabela 7 apresentam-se os resultados obtidos no quantitativo e custo dos serviços de execução e enchimento de rasgo.

Tabela 7: Quantitativo e custo da execução e enchimento de rasgos

Item	Quantitativo (m)		Custo total	
	Alvenaria	Drywall	Alvenaria	Drywall
Execução de rasgo	2307,22	1590,96	R\$ 15.063,83	R\$ 10.387,39
Enchimento de rasgo	2307,22	1590,96	R\$ 12.178,89	R\$ 8.398,05
	TOTAL		R\$ 27.242,72	R\$ 18.785,44

Fonte: Autora (2019).

A diferença entre os quantitativos se deve ao fato de que os rasgos são efetuados apenas nas paredes de alvenaria, já que a tubulação elétrica e hidrossanitária passa por dentro das paredes de *drywall*.

Desse modo, a utilização de *drywall* possibilitou a economia de R\$ 8.457,28, correspondente a 31,04% do custo do serviço em relação à obra com vedação interna de alvenaria.

4.1.4 Emassamento e pintura

A Tabela 8 demonstra os resultados obtidos para os serviços de emassamento e pintura, internos e externos.

Tabela 8: Quantitativo e custo do emassamento e pintura

Item	Quantitativo (m ²)		Custo total	
	Alvenaria	Drywall	Alvenaria	Drywall
Emassamento de parede interna: duas demãos	4715,88	2740,92	R\$ 60.900,87	R\$ 35.396,24
Emassamento de parede interna: uma demão	0	1974,96	0	R\$ 12.752,32
Pintura interna	4715,88	4715,88	R\$ 92.515,19	R\$ 92.515,19
Emassamento parede externa	2371,60	2371,60	R\$ 35.622,62	R\$ 35.622,62
Pintura externa	2371,60	2371,60	R\$ 45.856,78	R\$ 45.856,78
TOTAL			R\$ 234.895,46	R\$ 222.143,15

Fonte: Autora (2019).

Para o emassamento das paredes internas, foi considerado um serviço com uma demão (emassamento das paredes internas em gesso) e um com duas demãos (emassamento das paredes internas em alvenaria com blocos cerâmicos). Isso porque em paredes de *drywall* não há necessidade de regularização na mesma intensidade que em paredes de alvenaria.

Sendo assim, com o uso de vedação de *drywall* foi possível uma economia de R\$ 12.752,31, correspondentes a 5,43% ao custo do serviço em relação à obra com vedação de blocos cerâmicos.

4.1.5 Vedações de alvenaria e *drywall*

O quantitativo de alvenaria e *drywall* necessários para cada obra estudada, bem como seus custos, estão dispostos na Tabela 9.

Tabela 9: Quantitativo e custo das vedações de alvenaria e *drywall*

Item	Quantitativo (m ²)		Custo total	
	Alvenaria	Drywall	Alvenaria	Drywall
Vedação de alvenaria	3906,52	2643,96	R\$ 216.084,58	R\$ 146.247,55
Vedação de <i>drywall</i>	0	1262,768	0	R\$ 103.142,89
TOTAL			R\$ 216.084,58	R\$ 249.390,44

Fonte: Autora (2019).

Conforme pode ser observado, diferentemente das outras atividades listadas, em relação ao serviço de vedação a obra que utilizou *drywall* se apresentou R\$ 33.305,86 mais cara, ou seja, um aumento de 13,35 % em relação à obra com vedação de alvenaria. Isso porque os materiais que compõem uma parede de gesso

são mais caros que os blocos cerâmicos e argamassa utilizados na vedação em alvenaria.

4.1.6 Demais serviços

Com o intuito de chegar em um orçamento final mais próximo da realidade para os edifícios estudados, obteve-se o custo dos principais serviços realizados em obra por meio de estimativa de custo.

Para o cálculo do custo total do edifício utilizou-se o CUB desonerado do mês de agosto de 2019, para o estado do Paraná, considerando-se padrão normal R-8 (residencial de 8 pavimentos).

Para a área global, foram somadas as áreas equivalentes com as áreas dos pavimentos tipo, obtendo-se o valor de 1.961,02 m².

Considerando-se o valor do CUB como R\$ 1.459,20/m², obteve-se o custo total para o edifício de R\$ 2.861.516,74.

Para se obter o preço de cada serviço realizado em obra, bastou-se multiplicar o custo total pelo valor da representatividade de cada serviço. A Tabela 10 apresenta a representatividade adotada e o custo encontrado para cada serviço.

Tabela 10: Custo por serviço realizado em obra

Serviço	Representatividade	Custo por serviço
Projetos	2,15%	R\$ 61.522,61
Instalação da obra	3,30%	R\$ 94.430,05
Serviços gerais	10,50%	R\$ 300.459,26
Trabalhos em terra	0,75%	R\$ 21.461,38
Fundação	5,50%	R\$ 157.383,42
Instalações	14,50%	R\$ 414.919,93
Cobertura	0,85%	R\$ 24.322,89
Tratamentos	1,85%	R\$ 52.938,06
Esquadrias	6,50%	R\$ 185.998,59
Pavimentação	6,00%	R\$ 171.691,00
Rodapé, soleira e peitoril	1,20%	R\$ 34.338,20
Ferragens	1,15%	R\$ 32.907,44
Vidros	1,60%	R\$ 45.784,27
Aparelhos	4,10%	R\$ 117.322,19
Complementação	0,70%	R\$ 20.030,62
Limpeza	0,30%	R\$ 8.584,55
TOTAL		R\$ 1.744.094,45

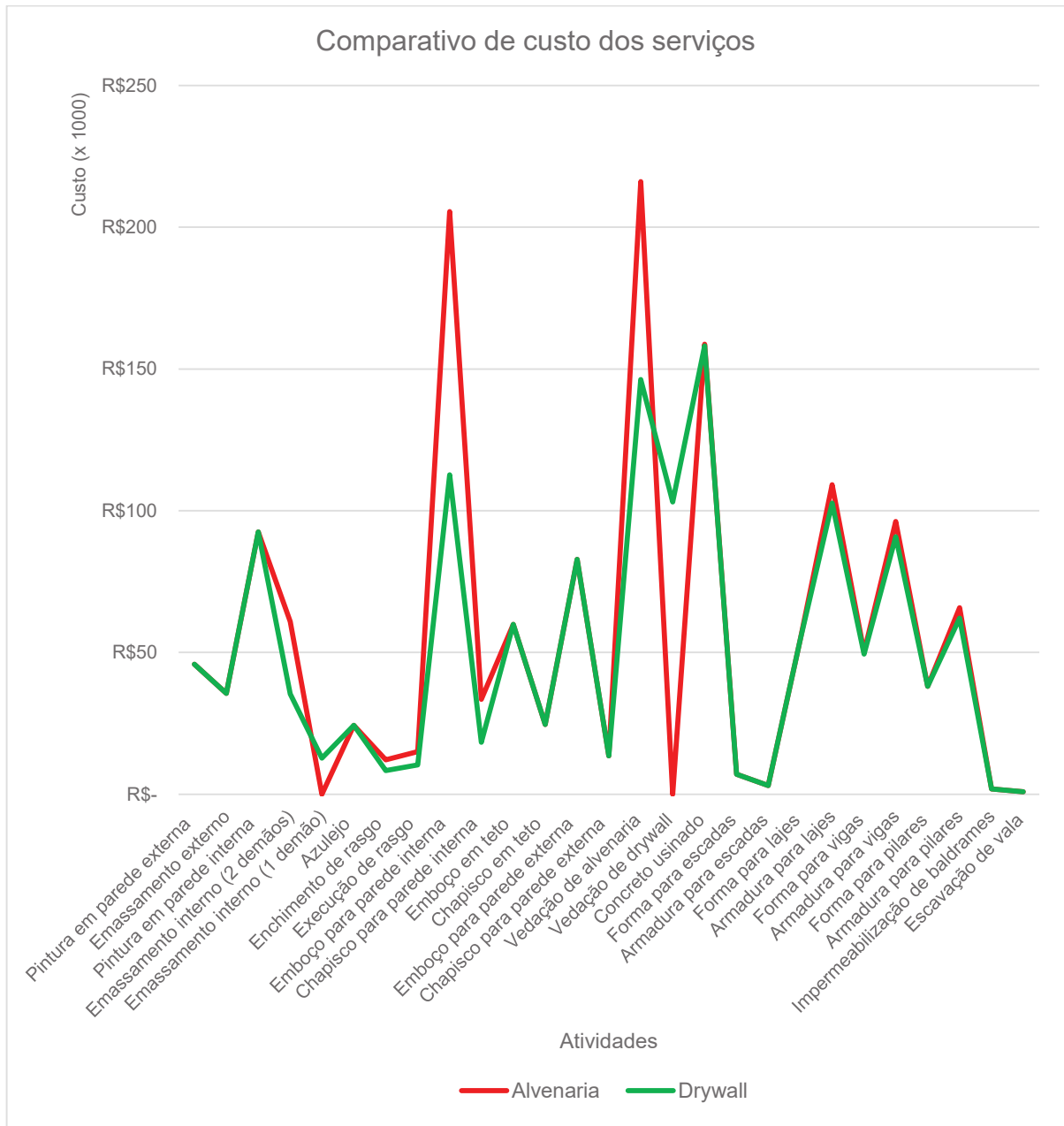
Fonte: Autora (2019).

Desse modo, o custo de R\$ 1.744.094,45 foi adicionado ao orçamento de cada obra estudada.

4.1.7 Orçamento final de cada edifício

No Apêndice A é apresentado o orçamento detalhado de cada obra estudada, com cada insumo da TCPO e da SINAPI utilizado. Na Figura 11 está representada uma comparação do orçamento de cada serviço das obras estudadas, onde é possível constatar os resultados apresentados nos tópicos anteriores.

Figura 11: Comparativo de custo das atividades de cada obra



Fonte: Autora (2019).

Como já discutido, é possível perceber que com exceção da vedação em gesso acartonado, os demais serviços do projeto com *drywall* são inferiores ou iguais a obra onde foram utilizados apenas blocos cerâmicos.

Por fim, tendo o custo dos sistemas de vedação e estrutura para cada edifício e o custo dos demais serviços realizados, é possível chegar em um orçamento final para cada obra, conforme demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11: Orçamento final de cada obra

Custos	Obra	
	Alvenaria	Drywall
Sistema de vedação	R\$ 922.589,72	R\$ 826.646,27
Sistema estrutural	R\$585.614,80	R\$568.598,65
Demais serviços	R\$ 1.744.094,45	R\$ 1.744.094,45
TOTAL	R\$ 3.252.298,97	R\$ 3.139.339,37

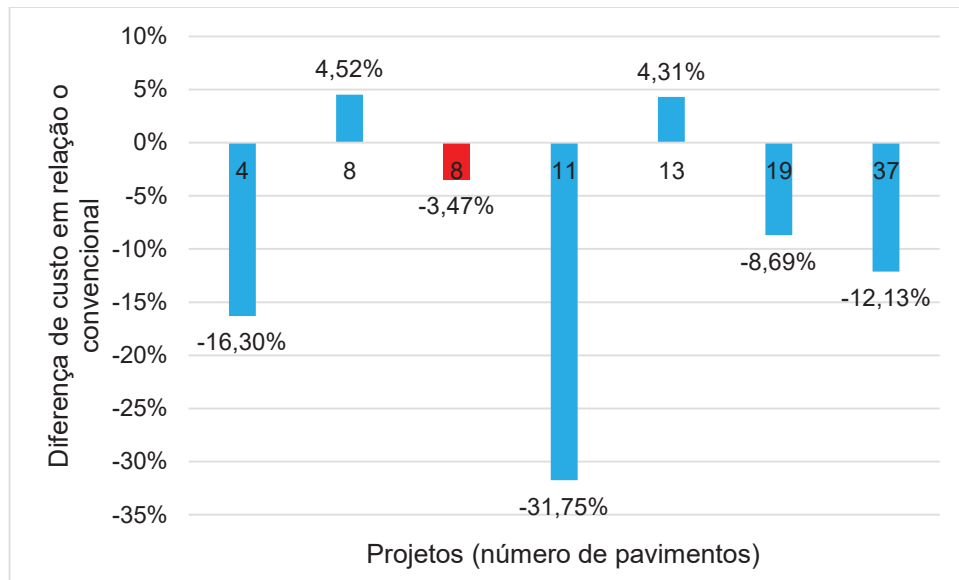
Fonte: Autora (2019).

Considerando-se a área total do edifício, pode-se calcular o custo por metro quadrado. Para a obra com vedação de *drywall* obteve-se R\$ 1600,87/m². Já para a obra com vedação interna de alvenaria esse custo é de R\$ 1658,47/m². Ambos os valores ficaram acima do custo estimado pelo CUB para esse tipo de projeto com padrão de acabamento normal, que é de R\$ 1.459,20/m², e abaixo do padrão de acabamento alto que é de R\$ 1754,38/m².

Com isso, a vedação em *drywall* apresentou uma economia de R\$ 57,60/m² (3,47%) em relação a vedação de blocos cerâmicos. Como apresentado na revisão da literatura, algumas pesquisas identificaram as diferenças de custo em relação aos mesmos sistemas analisados neste trabalho. Desta forma, a Figura 12 apresenta o resultado obtido neste trabalho (destacado em vermelho) em comparação com os resultados das outras pesquisas.

Como pode ser observado, a figura apresenta uma descrição com relação ao número de pavimentos das obras analisadas no eixo x e a diferença percentual de custo dos projetos com *drywall* em comparação com o sistema convencional com blocos cerâmicos no eixo y.

Figura 12: Comparativo do resultado obtido com demais pesquisas



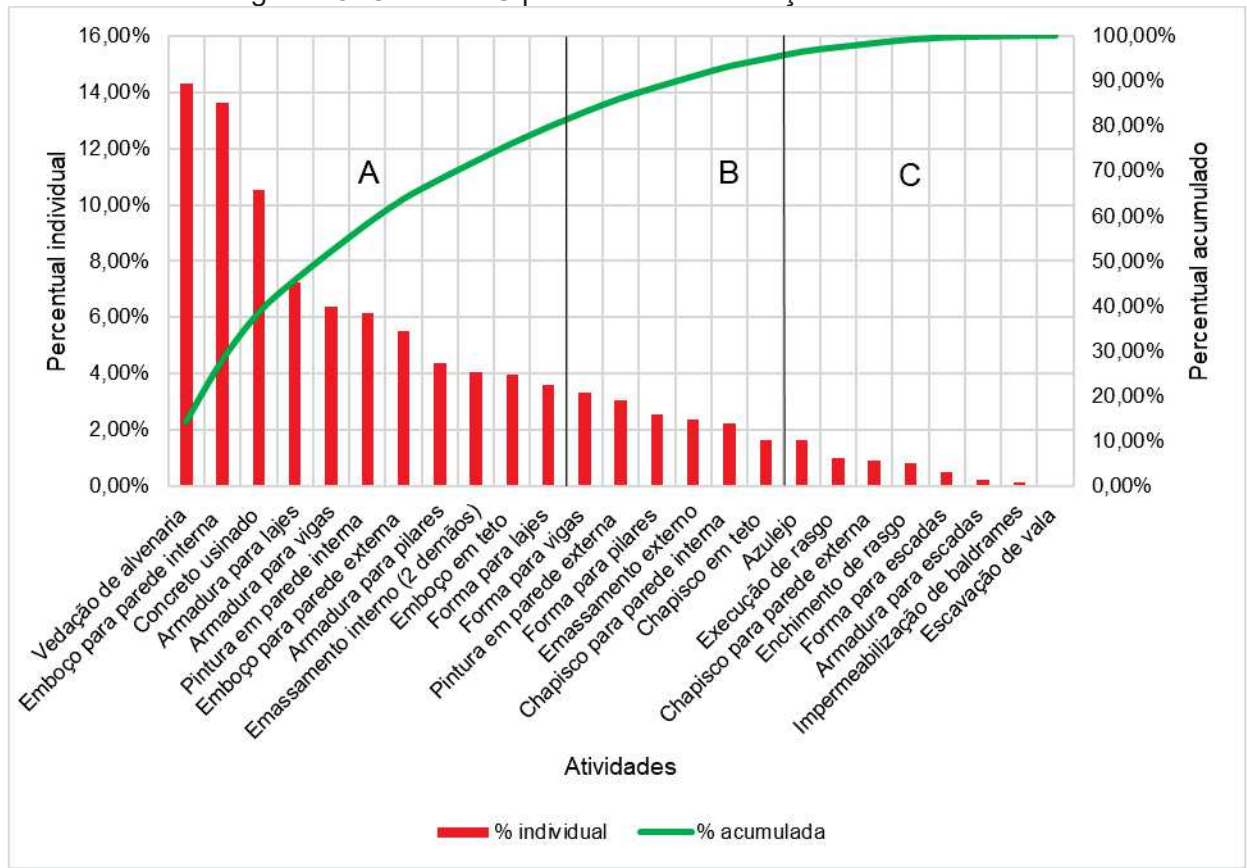
Fonte: Autora (2019).

Por meio da análise dos resultados apresentados na figura, é possível perceber que a maioria das pesquisas demonstram uma economia do sistema em *drywall* em comparação com o convencional. A menor diferença de custo foi a encontrada neste trabalho.

4.1.8 Curva ABC

Na Figura 13 está representada a curva ABC do projeto com vedação interna de alvenaria.

Figura 13: Curva ABC para obra com vedação de alvenaria

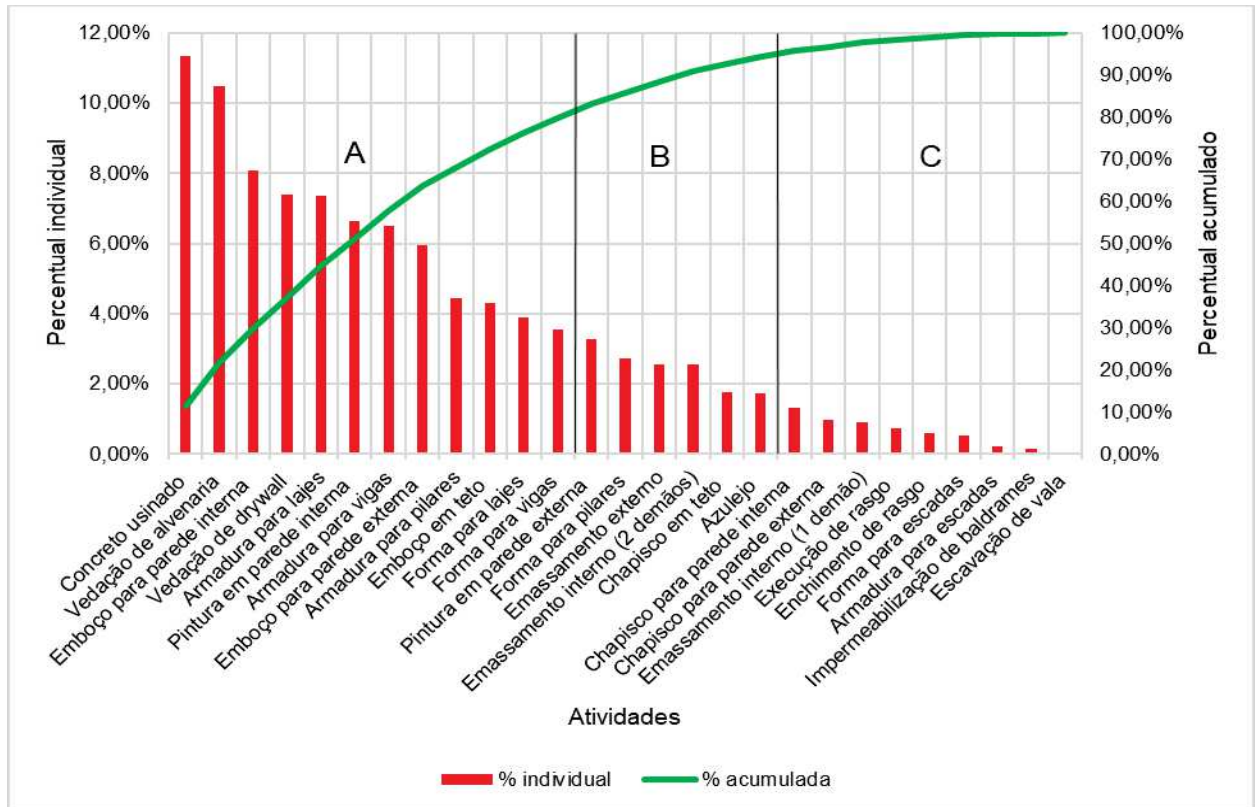


Fonte: Autora (2019).

Por meio da Figura 13 é possível observar que 11 atividades orçadas correspondem a 79,71% do orçamento total para o pavimento tipo da obra com vedação de alvenaria, caindo na categoria A da curva ABC. Na categoria B há 6 atividades, correspondendo a 15,11%, e na categoria C há 8 atividades, que correspondem a 5,18% do orçamento.

Com base nisso, as atividades que precisariam de maior atenção, por impactarem mais no orçamento, são: vedação de alvenaria, emboço para parede interna, concreto usinado, armadura para lajes, armadura para vigas, pintura para parede interna, emboço para parede externa, armadura para pilares, emassamento interno com 2 demãos, emboço em teto e forma para lajes.

Na Figura 14 é possível reparar as atividades que mais impactam no projeto com vedação de *drywall*. Na categoria A, encontram-se 12 atividades, correspondente a 79,91% do orçamento total; na categoria B encontram-se 6 atividades, correspondente a 14,62%; e na categoria C, 9 atividades, correspondente a 5,47%.

Figura 14: Curva ABC para obra com vedação de *drywall*

Fonte: Autora (2019).

Conforme observa-se no gráfico, na obra com *drywall* algumas atividades da categoria A são diferentes, comparando-se à obra com apenas alvenaria. Na obra com gesso acartonado, o emassamento interno com 2 demãos não entra na primeira categoria, porém, tem-se as atividades vedação com *drywall* e fôrma para vigas. Também é possível reparar diferença na prioridade das atividades: enquanto na obra com alvenaria tem-se o maior custo em vedação de alvenaria (14,33%), seguido de emboço interno (13,63%) e concreto usinado (10,53%), para a obra com *drywall* tem-se prioridade no concreto usinado (11,33%), seguido de vedação de alvenaria (10,48%) e emboço interno (8,07%).

No Apêndice B estão demonstradas as tabelas com os cálculos referentes às curvas ABC de ambas as obras.

4.2 Análise da programação de obra

Nesse tópico é apresentado o cálculo da duração das atividades, a relação de dependência entre os serviços, bem como a rede PERT/CPM e o cronograma de Gantt para cada projeto estudado.

4.2.1 Duração das atividades

Para o cálculo das durações das atividades, utilizou-se o índice de produtividade dos oficiais e serventes (em horas) encontrados em cada atividade da TCPO. Assim, as durações foram obtidas pela multiplicação do índice de produtividade pela quantidade da atividade a ser executada, conforme demonstrado para algumas atividades na Tabela 12, para a obra com vedação em *drywall*.

Tabela 12: Exemplo do cálculo da duração das atividades em obra com vedação de *drywall*

Atividades	Índice (h)		Quant.	Un.	Duração (h)	
	Oficial	Servente			Oficial	Servente
Alvenaria	1	1,135	325,53	m ²	325,53	369,47
<i>Drywall</i>	0,86	0,86	157,85	m ²	135,75	135,75
Execução de rasgo	0,1	0,25	198,87	m	19,89	49,72
Enchimento de rasgo	0,15	0,106	198,87	m	29,83	21,08
Chapisco no teto	0,25	0,3	213,52	m ²	53,38	64,06

Fonte: Autora (2019).

Para calcular a duração das atividades em dias, considerou-se que uma jornada diária de trabalho de 8,8 horas. Além disso, foi necessário determinar a quantidade de funcionários que executariam cada atividade (equipes), de forma que as durações fossem iguais tanto para oficiais como para serventes. Os resultados das durações em dias para as atividades da Tabela 12 estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Exemplo do cálculo de equipes e duração das atividades em obra com vedação de *drywall*

Serviço	Equipe		Duração (dias)		
			Calculado		Adotado
	Oficial	Servente	Oficial	Servente	
Alvenaria	6	7	6,17	6,00	6,00
<i>Drywall</i>	4	4	3,86	3,86	4,00
Execução de rasgo	2	5	1,13	1,13	1,00
Enchimento de rasgo	4	3	0,85	0,80	1,00
Chapisco no teto	5	6	1,21	1,21	1,00

Fonte: Autora (2019).

As tabelas com o cálculo para todas as atividades das obras estudadas encontram-se no Apêndice C.

4.2.2 Dependências entre as atividades

Para realizar a programação da obra foi necessário definir as dependências entre as atividades, ou seja, a ordem em que devem ser realizadas. As dependências do pavimento tipo definidas para as obras estudadas encontram-se nas Tabela 14 e Tabela 15. As demais dependências, que são as mesmas para ambas as obras, encontram-se no Apêndice D.

Tabela 14: Dependência entre as atividades da obra com vedação interna de alvenaria

Id.	Descrição	Dependências
AF	Armadura para pilares	M, N, Q
AG	Forma para pilares	AF
AH	Concreto pilares	AG
AI	Forma para lajes	AH
AJ	Forma para vigas	AH
AK	Armadura para lajes	AI
AL	Armadura para vigas	AJ
AM	Concreto lajes	AK ,AL
AN	Concreto vigas	AK ,AL
AO	Forma para escadas	AH
AP	Armadura para escadas	AO
AQ	Concreto escadas	AP
AR	Alvenaria	AM, AN, AQ
AS	Execução de rasgo	AR
AT	Enchimento de rasgo	AS
AU	Chapisco em teto	AT
AV	Emboço em teto	AU
AW	Chapisco interno	AT
AX	Chapisco externo	AR
AY	Emboço interno	AW
AZ	Emboço externo	AX
BA	Azulejo	AV ,AY
BB	Emassamento parede interna	AV ,AY
BC	Emassamento parede externa	AZ
BD	Pintura externa	BC
BE	Pintura interna	BB

Fonte: Autora (2019).

Tabela 15: Dependência entre as atividades da obra com vedação interna de *drywall*

Id.	Descrição	Dependências
AH	Armadura para pilares	M, N, Q
AI	Forma para pilares	AH
AJ	Concreto pilares	AI
AK	Forma para lajes	AJ
AL	Forma para vigas	AJ
AM	Armadura para lajes	AK
AN	Armadura para vigas	AL
AO	Concreto lajes	AM ,AN
AP	Concreto vigas	AM ,AN
AQ	Forma para escadas	AJ
AR	Armadura para escadas	AQ
AS	Concreto escadas	AR
AT	Alvenaria	AO, AP, AS
AU	Execução de rasgo	AT
AV	Enchimento de rasgo	AU
AW	Chapisco em teto	AV
AX	Emboço em teto	AW
AY	Chapisco interno	AV
AZ	Chapisco externo	AT
BA	Emboço interno	AY
BB	Emboço externo	AZ
BC	<i>Drywall</i>	AX ,BA
BD	Azulejo	BC
BE	Emassamento parede interna (2 demãos)	BC
BF	Emassamento parede interna (1 demão)	BC
BG	Emassamento parede externa	BC
BH	Pintura externa	BB
BI	Pintura interna	BG

Fonte: Autora (2019).

Para o serviço de colocação de *drywall*, definiu-se como dependência o término dos serviços molhados, ou seja, deve-se executá-lo após a conclusão do emboço no teto e nas paredes internas. Isso é uma exigência da execução de paredes de gesso acartonado, que só deve ser iniciada em um ambiente totalmente seco.

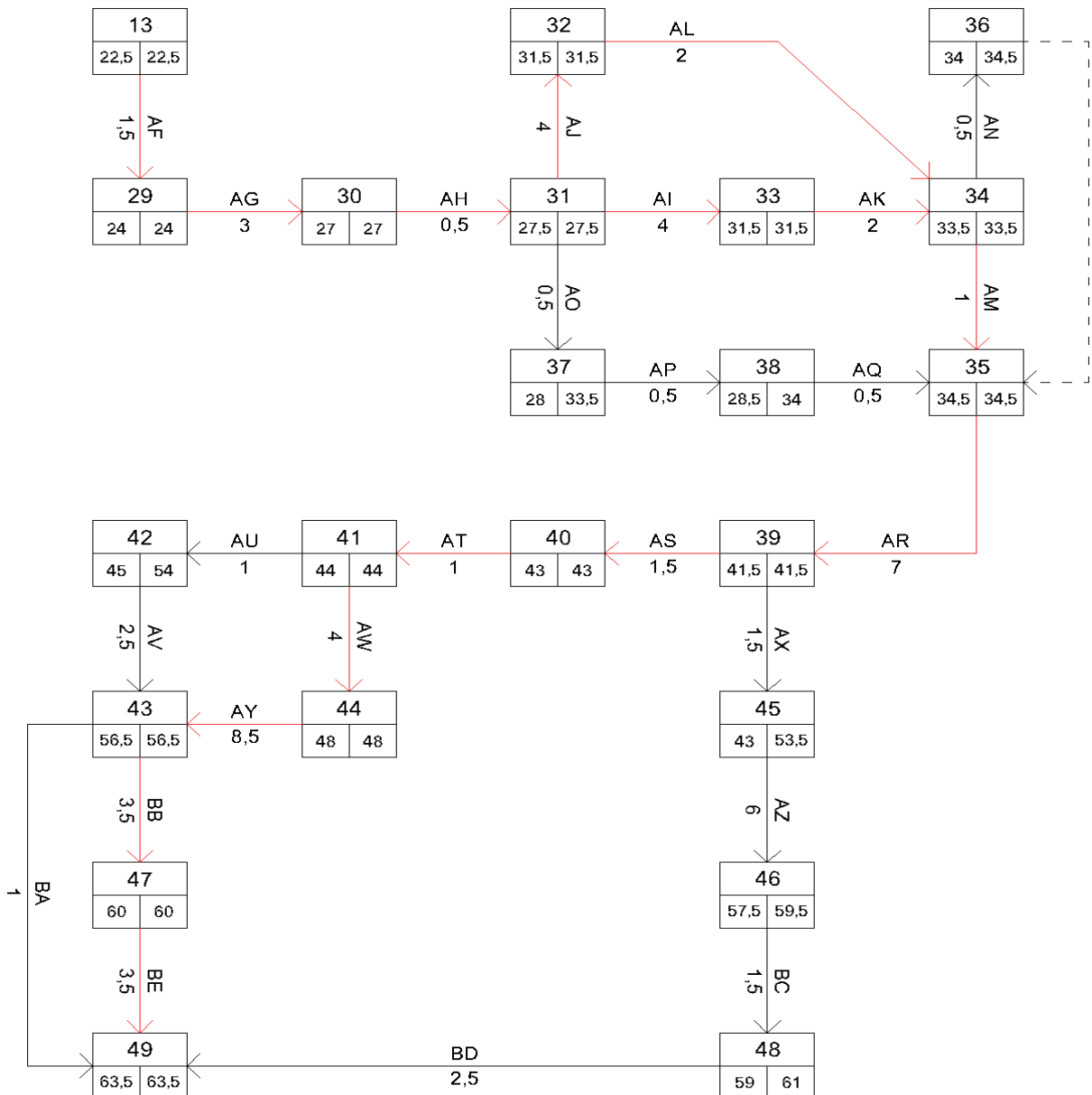
Analisando as dependências para os dois projetos, podem ser constatadas algumas diferenças. No primeiro caso (obra com apenas alvenaria), após o término das paredes de blocos cerâmicos há o início das atividades de revestimentos argamassados e, posteriormente, o emassamento das paredes para pintura e colocação de azulejos. Já na obra com vedação de *drywall*, apenas após o término dos revestimentos argamassados internos há o início do serviço de vedação de gesso

acartonado. Por sua vez, o emassamento das paredes e colocação dos azulejos começam após o término do serviço de *drywall*.

4.2.3 Diagrama PERT/CPM

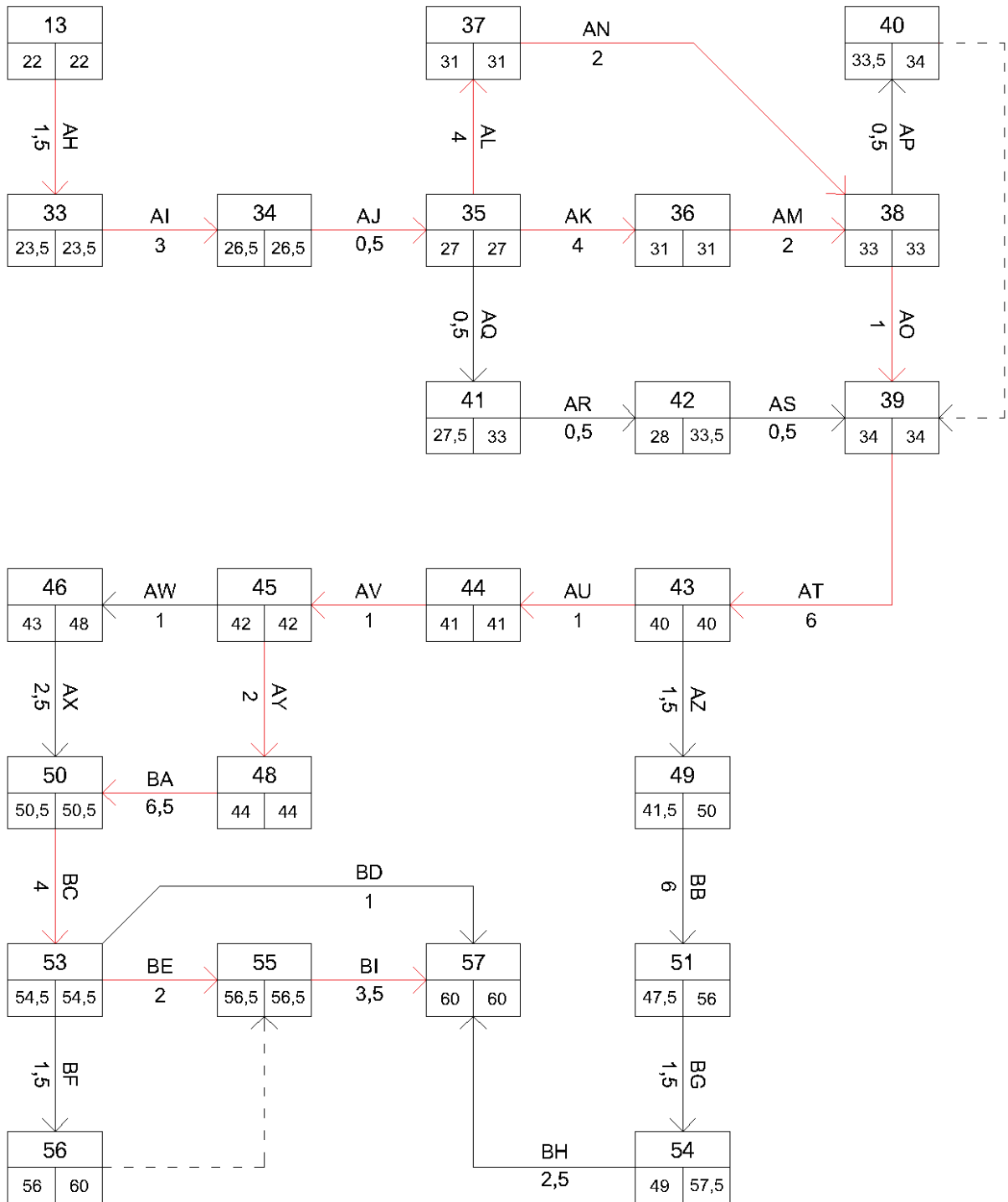
Com as informações referentes à duração e às dependências de cada serviço, foi possível criar o diagrama PERT/CPM para cada situação analisada. Os trechos do diagrama referente ao pavimento tipo de cada obra estão representados nas Figura 15 e Figura 16. Os diagramas completos encontram-se no Apêndice E.

Figura 15: Diagrama PERT/CPM do pavimento tipo da obra com vedação interna de alvenaria



Fonte: Autora (2019).

Figura 16: Diagrama PERT/CPM do pavimento tipo da obra com vedação interna de *drywall*



Fonte: Autora (2019).

Os diagramas iniciam em datas diferentes devido à atividade de armadura das vigas baldrame, que na obra com vedação de alvenaria possui duração de 3 dias e na obra com vedação de *drywall* possui duração de 2,5 dias. Sendo assim, o serviço de armadura para pilar (primeira atividade do pavimento tipo) de cada obra iniciam com meio dia de diferença.

Em ambas as figuras está representado o caminho crítico, em vermelho. É possível observar que na obra com vedação interna de alvenaria há 15 serviços no caminho crítico, sendo eles: armadura para pilares, forma para pilares, concreto para pilares, forma e armadura de lajes, forma e armadura de vigas, concreto para lajes, alvenaria, execução de rasgo, enchimento de rasgo, chapisco interno, emboço interno, emassamento interno (com 2 demãos) e pintura interna. Na obra com vedação interna de *drywall* há 16 serviços no caminho crítico, sendo eles os mesmos da obra com alvenaria acrescido da atividade de vedação de *drywall*.

Por meio dos diagramas também é possível verificar o tempo necessário para finalizar todas as atividades relacionadas ao pavimento tipo. Para a obra com vedação de alvenaria tem-se uma duração de 41 dias, ou seja, a primeira atividade do pavimento tipo (AF = armadura para pilares) inicia na metade do dia 22 (22,5) e a última atividade (BE = pintura interna) termina em 63,5.

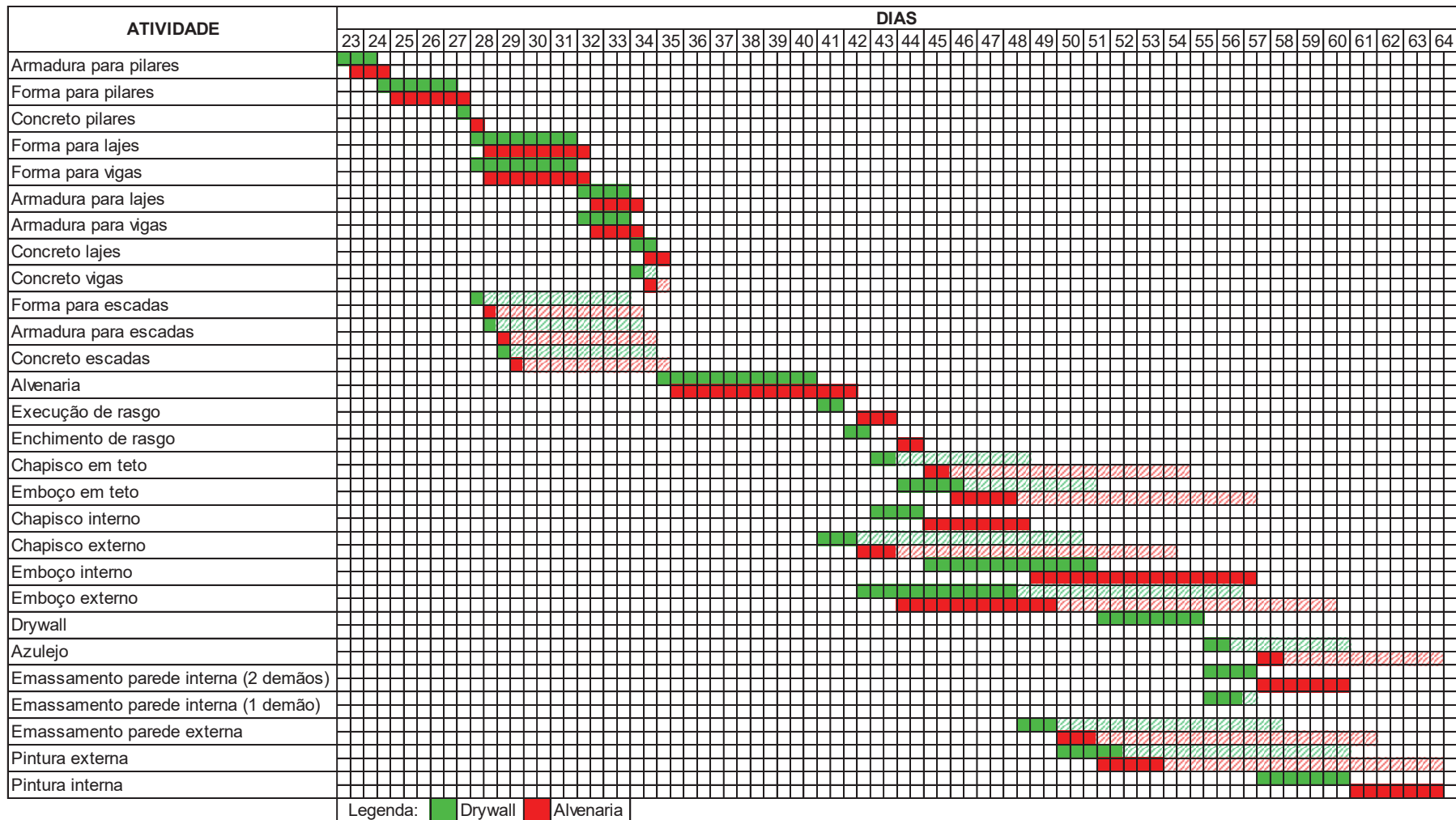
Já para a obra com *drywall* tem-se uma duração de 38 dias, iniciando as atividades do pavimento tipo no dia 22 com a atividade de armadura para pilares (AH) e terminando no dia 60 com a atividade de pintura interna (BI).

Com isso pode ser constatada uma pequena diferença na duração, ou seja, de apenas 3 dias por pavimento. Vale destacar que o projeto analisado considerou apenas algumas paredes internas em gesso acartonado, como pode ser visualizado na Figura 7 apresentada na metodologia.

4.2.4 Diagrama de Gantt

Com base no diagrama de rede, foi possível criar o diagrama de Gantt referente ao pavimento tipo da obra com vedação interna de *drywall* e da obra com vedação interna de alvenaria, conforme demonstrado no Quadro 2, que faz um comparativo entre ambos. Os cálculos realizados para cada obra se encontram no Apêndice D. Os diagramas de Gantt completos para cada obra se encontram no Apêndice F.

Fonte: Autora (2019).



Quadro 2: Diagrama de Gantt comparativo das obras

Observando-se os diagramas de Gantt, é possível perceber que os serviços referentes à estrutura apresentam a mesma duração em ambos. Isso porque, apesar de haver diferença no quantitativo de algumas atividades dos elementos estruturais, essa diferença não é suficiente para alterar em mais de meio dia a duração das atividades.

A partir do serviço de alvenaria começa a haver diferença entre as durações das obras. Na obra com apenas blocos cerâmicos, esse serviço apresentou duração de 7 dias e na obra com vedação de *drywall*, 6 dias. Essa diferença é decorrente da substituição das paredes internas de alvenaria por *drywall*, o que resulta em menor quantidade de serviço e, por consequência, uma duração menor.

Os serviços de execução de rasgo, chapisco interno, emboço interno e emassamento de parede interna (com duas demãos) também apresentam diferença de duração, sendo elas de 1,5 dias, 4 dias, 8,5 dias e 3,5 dias para a obra com vedação de alvenaria e de 1 dia, 2 dias, 6,5 dias e 2 dias para a obra com vedação de *drywall*, respectivamente. Isso ocorre devido essas atividades serem executadas apenas em alvenaria. Desse modo, por haver menor quantidade de alvenaria na obra com vedação de *drywall*, também há uma menor quantidade desses serviços, o que resulta em uma menor duração para execução das atividades.

Da mesma forma, os serviços de vedação de *drywall* e emassamento de parede interna com uma demão são executados apenas na obra com vedação interna de *drywall*. Apesar dessas atividades serem realizadas apenas nessa obra, isso não acarretou no aumento da duração da execução do pavimento tipo, comparando-se à obra com apenas alvenaria. Isso porque, conforme comentado anteriormente, alguns serviços da obra com gesso acartonado apresentam menor duração que na obra com apenas blocos cerâmicos.

Todas essas distinções entre as atividades colaboram para a diferença na duração total na execução do pavimento tipo de cada obra. Porém, é possível verificar que a diferença entre as durações foi pequena. Isso se deve ao fato de haver poucas paredes de alvenaria substituídas por gesso acartonado. Também pode-se citar a necessidade de se iniciar o serviço de vedação de *drywall* após o término de todas as atividades “molhadas” (revestimentos argamassados), o que “atrasa” o início do serviço de vedação em gesso acartonado em relação ao serviço de alvenaria.

Em relação à quantidade de folgas, é possível observar que para a construção com vedação de alvenaria há um total de 83 dias de folga possíveis distribuídas entre

as atividades, enquanto na obra com vedação de *drywall* há 66 dias de folga. Essa diferença no número de folgas se deve à inclusão do serviço de vedação de *drywall*, pois esse só pode ser realizado após o término dos serviços molhados do pavimento, o que altera o número de folgas dos serviços relacionados.

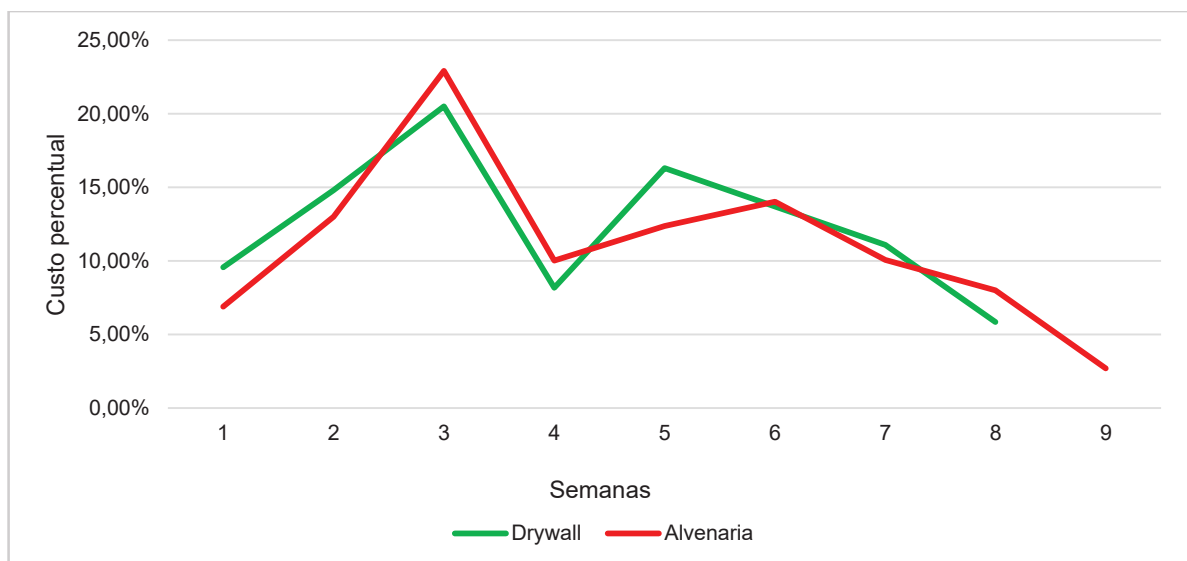
Com base nos diagramas de Gantt completos, disponível no Apêndice F, é possível constatar que a duração total da construção com vedação de *drywall* foi de 132 dias, enquanto para a obra com vedação interna de alvenaria foi de 135 dias. Essa pequena diferença na duração das obras se deve ao fato de que, em ambas as construções, todo pavimento tipo é iniciado na “metade” da execução do pavimento anterior e finalizado antes do término deste, tornando irrelevante a diferença de duração entre os pavimentos tipo das duas obras. Desse modo, o que determina a diferença final é a diferença de duração existente no último pavimento que será construído, que, conforme anteriormente comentado, foi de 3 dias.

4.2.5 Curvas de agregação de recursos

Com base no cronograma de Gantt para execução de um pavimento tipo, é possível analisar o custo semanal e as equipes de trabalho necessários para cada obra.

Na Figura 17 é possível observar um gráfico comparativo referente ao percentual semanal do custo total da obra com vedação interna de *drywall* e com vedação interna de alvenaria.

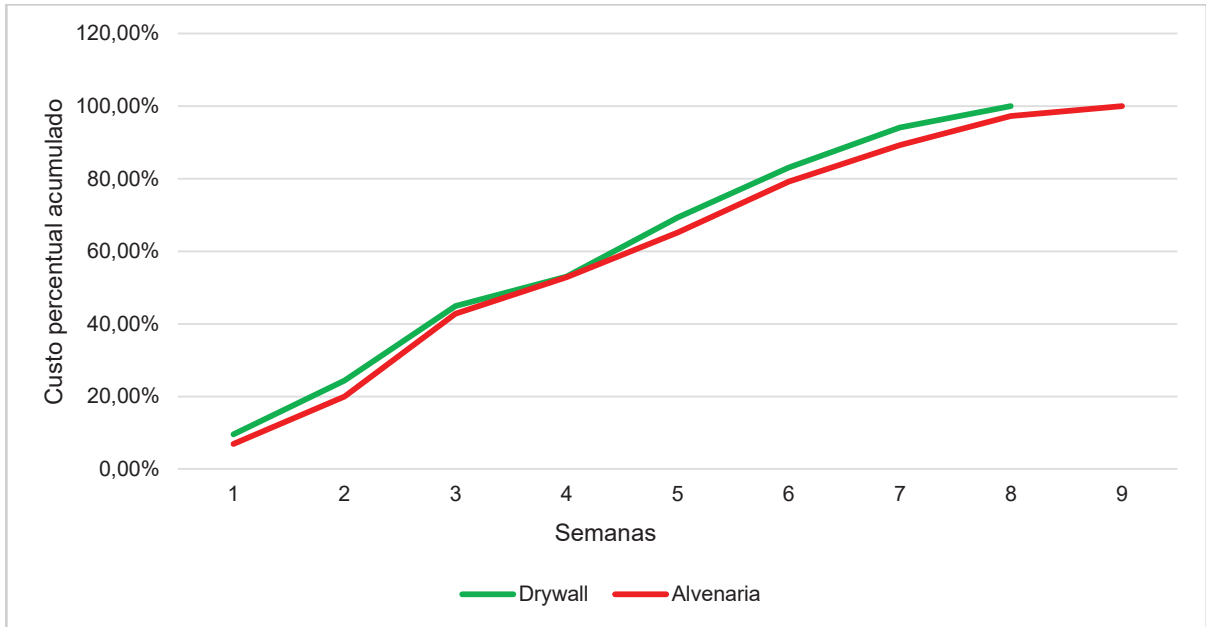
Figura 17: Comparativo de custo semanal entre as obras



Fonte: Autora (2019).

Já a Figura 18 representa o gráfico comparativo referente ao percentual semanal do custo total acumulado das obras estudadas.

Figura 18: Comparativo de custo semanal acumulado entre as obras



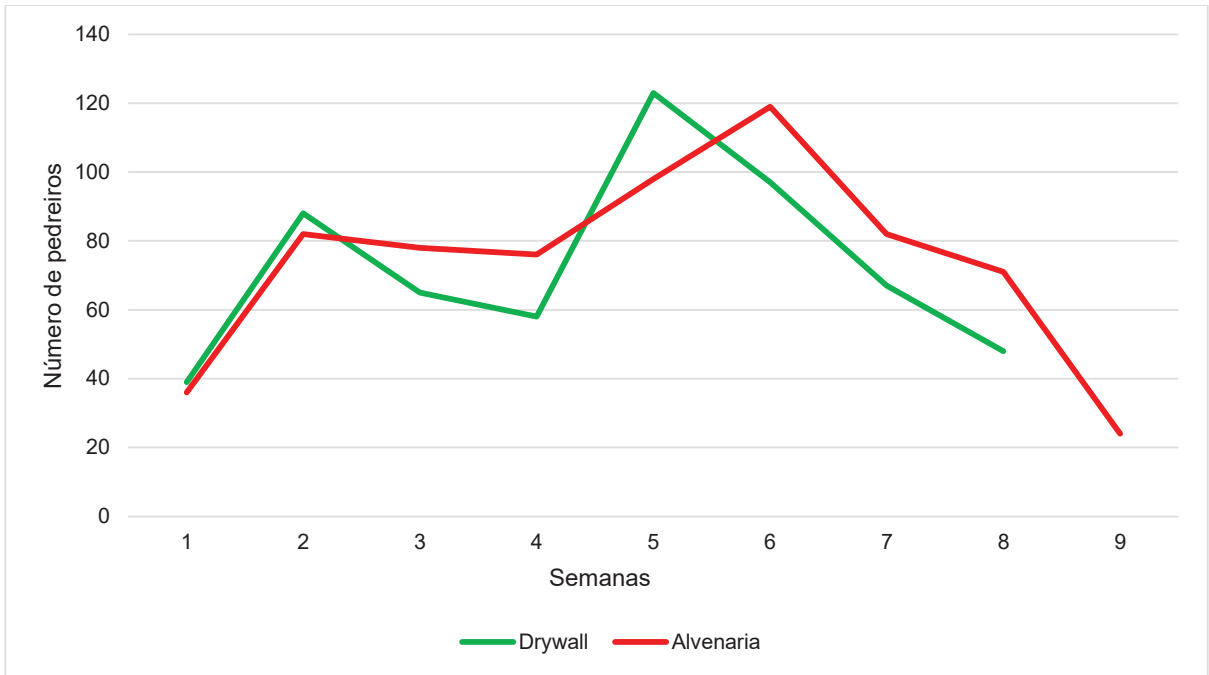
Fonte: Autora (2019).

Pelo primeiro gráfico, é possível verificar no edifício com *drywall* um custo um pouco menor durante o final dos serviços estruturais e início do serviço de alvenaria (semana 3) e custo um pouco maior durante os serviços de revestimento (semana 5). Também é possível verificar que o pavimento desse edifício finaliza alguns dias mais cedo, não apresentando custo algum na semana 9.

Pelo segundo gráfico, percebe-se a necessidade de um investimento um pouco maior mais cedo para a realização dos serviços referentes ao pavimento tipo da obra com vedação de *drywall*.

Na Figura 19, está representado o comparativo entre o número de pedreiros necessários para cada obra, por semana.

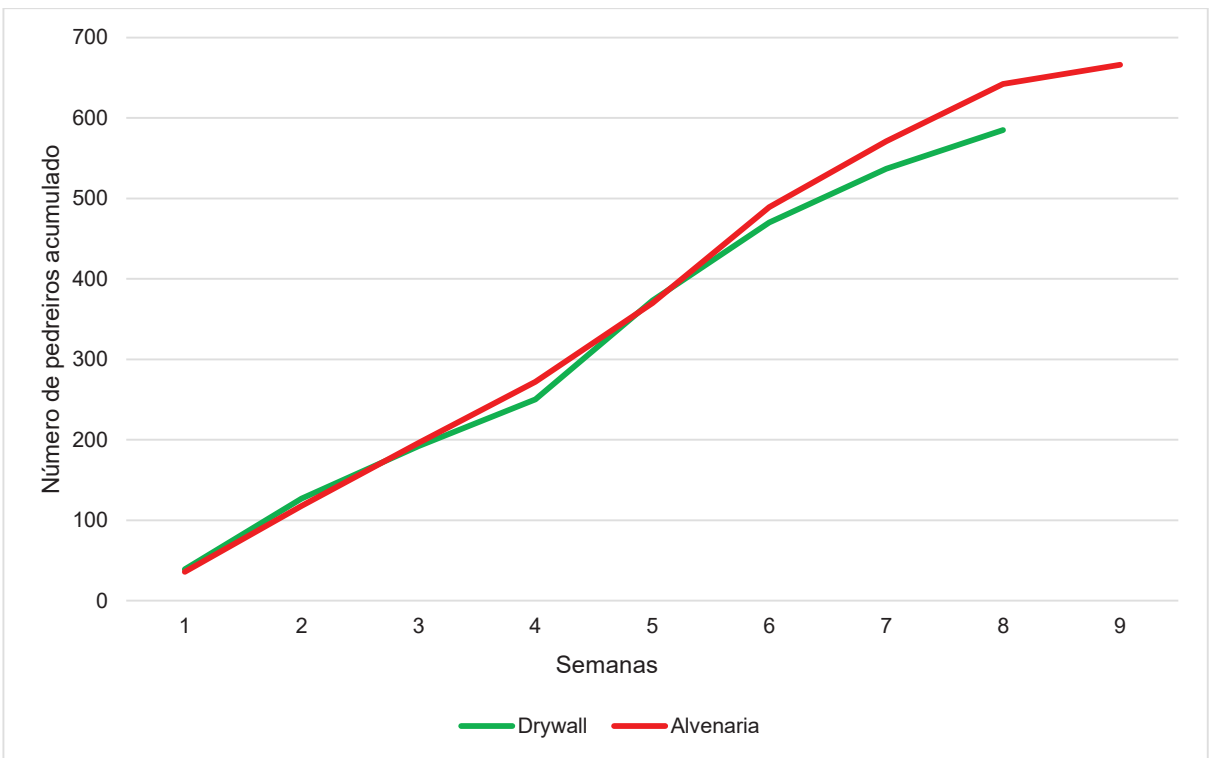
Figura 19: Comparativo entre o número de pedreiros necessários por semana por obra



Fonte: Autora (2019).

Na Figura 20 está demonstrado um gráfico comparativo entre o número de pedreiros acumulado necessários para cada obra, por semana.

Figura 20: Comparativo entre o número de pedreiros acumulado necessários por semana por obra



Fonte: Autora (2019).

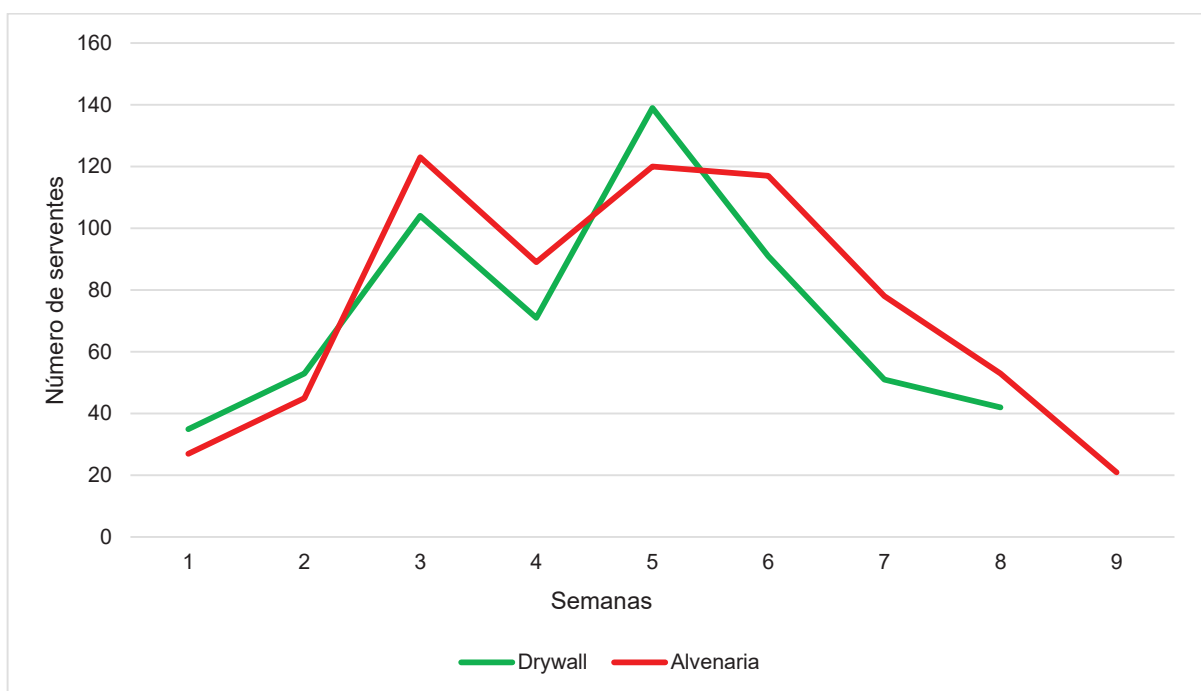
Pelo primeiro gráfico, é possível observar que em ambas há um aumento significativo durante as semanas 5 e 6, período no qual está sendo executado o revestimento das paredes. A obra com vedação interna de *drywall* necessita de maior número de funcionários antes pois, devido a menor quantidade de serviço de alvenaria, começa-se o revestimento interno antes, além da necessidade de serviço especializado para a colocação das paredes de *drywall*.

Pelo segundo gráfico, percebe-se que, durante grande parte do tempo, há necessidade de se contratar mais funcionários para realizar os serviços referentes à obra com vedação interna de alvenaria.

Ao todo, na obra com vedação interna de *drywall* haverá a necessidade de se contratar 585 pedreiros para executar um pavimento. Já na obra com vedação interna de alvenaria, serão necessários 666 pedreiros ao longo da execução do pavimento tipo, uma diferença de 81 funcionários (12,16% a mais na obra com alvenaria).

Já na Figura 21 é possível observar um comparativo referente ao número de serventes necessários em cada obra por semana.

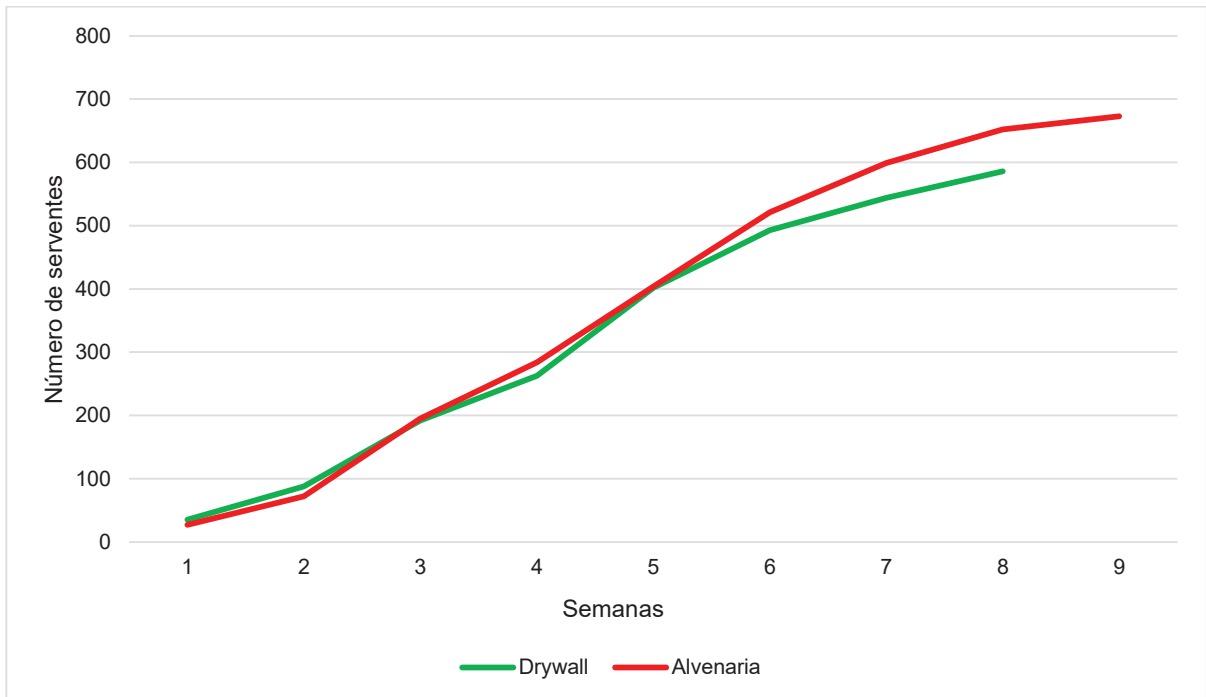
Figura 21: Comparativo entre o número de serventes necessários por semana por obra



Fonte: Autora (2019).

Na Figura 22, é realizado um comparativo entre o número de serventes acumulado necessários em cada obra, por semana.

Figura 22: Comparativo entre o número de serventes acumulados necessários por semana por obra



Fonte: Autora (2019).

Pelo primeiro gráfico observa-se, primeiramente, um pico significativo no número de funcionários na semana 3 na obra com vedação interna de alvenaria, período do qual está havendo os últimos serviços referentes à estrutura e início do serviço de alvenaria, que necessita de maior mão de obra devido o maior número de paredes desse material.

Por outro lado, na semana 5 há um maior pico no número de funcionários da obra com vedação interna de *drywall*, período do qual está havendo o revestimento das paredes. A diferença no número de funcionários se dá principalmente pelo adiantamento da obra com vedação interna de *drywall*.

Já pelo segundo gráfico, é possível notar que até a terceira semana há a necessidade de se contratar mais serventes para executar os serviços da obra com vedação de *drywall*. Da terceira semana até a última, a obra com vedação interna de alvenaria passa a necessitar de maior número de funcionários.

Ao todo, na obra com vedação interna de *drywall* há a necessidade de se contratar 586 serventes para executar um pavimento, enquanto que na obra com vedação interna de alvenaria necessitará de 673 serventes, uma diferença de 87 funcionários (12,93% a mais na obra com alvenaria).

5 CONCLUSÃO

Por meio desse estudo, foi possível observar as diferenças de custo e na programação de obra entre um edifício feito com vedação interna e externa de alvenaria e o mesmo edifício feito com vedação externa de alvenaria e interna de *drywall*.

Ao fim do orçamento, verificou-se que a obra com vedação de alvenaria custou R\$ 1658,47/m² e a obra com vedação de *drywall* custou R\$ 1600,87/m², resultando numa economia de R\$ 57,60/m² (3,47%) em relação a obra com blocos cerâmicos.

Por meio da curva ABC, verificou-se a importância das atividades de vedação de alvenaria (14,33% do custo do pavimento tipo), emboço de parede interna (13,63%) e concreto usinado (10,53%) para a obra com vedação interna de alvenaria, serviços que juntos correspondem à 38,48% do orçamento de um pavimento tipo dessa obra. Em relação à obra com vedação de *drywall*, a ordem de prioridade de serviços difere, sendo primeiramente o concreto usinado (11,33% do custo do pavimento tipo), seguido de vedação de alvenaria (10,48%) e emboço de parede interna (8,07%). Essas atividades juntas somam 29,89% do orçamento do pavimento tipo.

Em relação à programação das obras, observou-se que o pavimento tipo da construção feita apenas com alvenaria teria uma duração de 41 dias, enquanto o pavimento tipo da obra com vedação de *drywall*, 38 dias, apesar de apresentar duas atividades a mais (vedação de *drywall* e emassamento de parede interna com 1 demão). Isso se deve ao fato do serviço de vedação de *drywall* necessitar iniciar obrigatoriamente após o término de todos os serviços “molhados”. Devido a isso, parte do tempo economizado nos serviços de alvenaria e revestimentos é gasto posteriormente com o serviço de *drywall*.

Em relação ao número de funcionários necessários para a execução de cada pavimento tipo, a obra com vedação de *drywall* possibilitou uma redução de 12,16% no número de pedreiros e 12,93% no de serventes.

Por fim, constatou-se que a diferença de duração das obras foi pequena, possivelmente por poucas paredes terem sido substituídas por *drywall*. Em relação ao custo de cada obra, verificou-se que a diferença por metro quadrado é pequena, porém torna-se significativa em uma obra de grande porte, o que torna o uso de *drywall* economicamente vantajoso.

É importante ressaltar, ainda, que a grande vantagem no uso de paredes de gesso acartonado está na sua execução menos artesanal, possibilitando uma maior racionalização das construções, com a redução dos desperdícios e retrabalhos, redução no consumo de recursos, entre outros.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos que possam dar continuidade a esse estudo comparativo, sugere-se:

- a) Substituir um maior número de paredes de alvenaria por paredes de *drywall*.
- b) Considerar o serviço de fundações no orçamento e programação, dimensionado considerando-se a diferença de carga obtida com diferentes tipos de vedações.
- c) Comparar obras com diferente número de pavimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Eduardo Lavocat Galvão de; PICCHI, Flávio Augusto. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. Ambiente construído, Porto Alegre, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14715: Chapas de gesso para drywall - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

Associação brasileira do Drywall. Manual de projeto de Sistemas *Drywall*: paredes, forros e revestimentos. São Paulo: Pini, 2006.

BARROS, Mercia Maria Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: Epusp, 2003.

BERRES, Eduardo Garmatz et al. **Análise comparativa de execução de fechamento interno em alvenaria e *drywall* em edificações residenciais.** Centro Universitário Estácio de Ribeirão Preto, [201-?].

BOTELHO, Wagner Costa; BOTELHO, Renata Maciel; VENDRAMETTO, Oduvaldo. A Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Qualificação da mão-de-obra e Gestão de Resíduos de Gesso Acartonado. XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Salvador, 2009.

CASAROTTO, Rosangela Mauzer. **Análise das curvas de agregação de recursos de pequenos edifícios em Florianópolis, Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

CHAPMAN, Robert; IZZO, Christine. Baseline Measures for Improving Housing Durability. National Institute of Standards and Technology. Maryland, 2002.

COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT) - Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON). Sistema Drywall. Minas Gerais – MG, 2012.

ERBS, Alexandre et al. Properties of recycled gypsum from gypsum plasterboards and commercial gypsum throughout recycling cycles. **Journal of Cleaner Production**, Volume 183, 2018.

FERREIRA, Daniell Luiz; VISENTIM, Luiz Carlos; PINTO, Ocimar Ferreira. **Sistema construtivo e aplicação de gesso acartonado (*drywall*).** 44f. Monografia, Graduação em Engenharia Civil, Universidade Santa Cecília. Santos, 2016.

FERREIRA NETO, Maria de Fatima; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. **Ambiente construído**. Porto Alegre, 2010.

FLEURY, Lucas Eira. **Análise das vedações verticais internas de *drywall* e alvenaria de blocos cerâmicos com estudo de caso comparativo**. Monografia – Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2014.

FRANCO, Luiz Sérgio. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. São Paulo, Epusp/PCC, 1998.

GEHBAUER, Fritz. Racionalização na construção civil. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

GENEHR, Vitor André. **Estudo da Influência do Tipo de Vedação no Dimensionamento das Estruturas de um Edifício Residencial**. 41f. Monografia, Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2016.

GERALDO, Rodrigo H. et al. Gypsum plaster waste recycling: A potential environmental and industrial solution. **Journal of Cleaner Production**, Volume 164, 2017.

GHINATO, Paulo. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, Adiel Teixeira de; SOUZA, Fernando Menezes. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife, 2000.

HERINGER, Abigail Silva. Análise de custos e viabilidade entre *drywall* e alvenaria convencional. Curso de Engenharia Civil, [201-?].

KEERTHAN, Poologanathan; MAHENDRAN, Mahen. Numerical studies of gypsum plasterboard panels under standard fire conditions. **Fire Safety Journal**, Volume 53, 2012.

KING, Andrew; LENOX, Michael. Lean and Green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, Vol. 10, No. 3. 2001.

KOSKELA, Lauri; OWEN, Robert; DAVE, Bhargav. Lean construction, building information modelling and sustainability. In ERACOBUILD Workshop on BIM and Lean. Suécia, 2010.

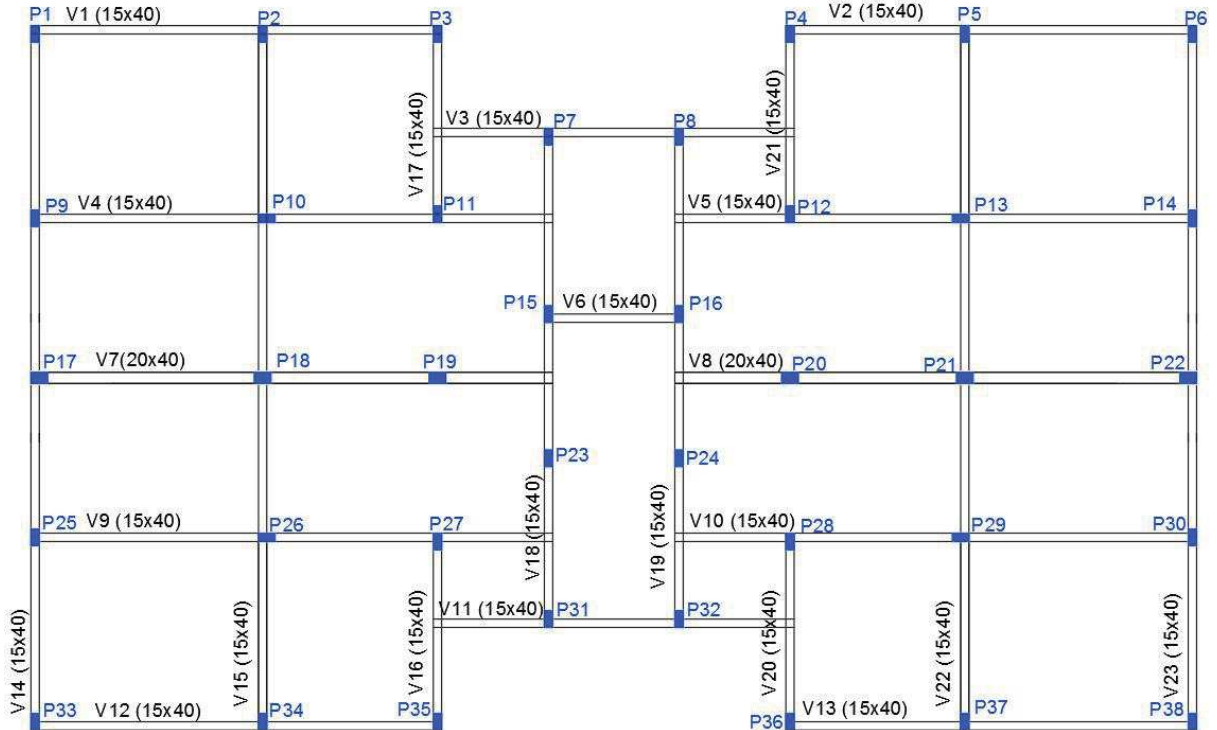
KOSKELA, Lauri; TOMMELEIN, Iris. The Economic Theory of Production Conceals Opportunities for Sustainability Improvement. Proceedings for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Taiwan, 2009.

LIMA, Vivian Cabral. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e painéis em gesso acartonado para o uso como vedação em edifícios: estudo de caso em edifício de multipavimentos na cidade de Feira de Santana**. Monografia – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2012.

- MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. São Paulo: Editora Pini, 2006.
- MELLO, Mariana Torres Correia de et al. Proposta de Racionalização Na Construção Civil: Um Estudo de Caso em Uma Construtora na Cidade de Natal/RN. In: XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Rio de Janeiro, 2008.
- SABÃO, Marian et al. The incidence of alternative minimum load values in masonry partition and lightweight partition systems with a cost analysis in Barranquilla, Colombia. **Case Studies in Construction Materials**, Volume 9, 2018.
- SOLANO, Renato S.; HEINECK, Luiz F. M. Gestão de Custos na Construção Civil de Edificações: Determinação de Indicadores Geométricos Para Utilização em estimativas e Orçamentos Paramétricos. Artigo. Porto Alegre: PUC, 2008.
- SOUZA, Ângela Cristina Alves Guimarães de. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. Dissertação (mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2009.
- TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- TAPPARO, Tiago et al. Análise comparativa de custo de produção entre o sistema construtivo com divisórias internas em gesso acartonado e em alvenaria convencional. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- THOMAZ, Ercio et al. Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.
- TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- VASCONCELOS, Danilo Cavalcante de; BARROS NETO, Jose de Paula; VIANA, Fernando Luiz Emerenciano. *Lean e Green: a contribuição da produção enxuta e da gestão ambiental para a redução de desperdícios*. XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 2013.
- VIANA, Saulo Augusto de Oliveira; ALVES, Élcio Cassimiro. Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e *Drywall* Associado ao Painel Monolite EPS. **Engenharia Estudo e Pesquisa**, v. 13. 2013.
- YAZIGI, Walid. A técnica de edificar. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.
- BARROS, Caroline. Edificações – Técnicas construtivas: alvenaria. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. 2009.

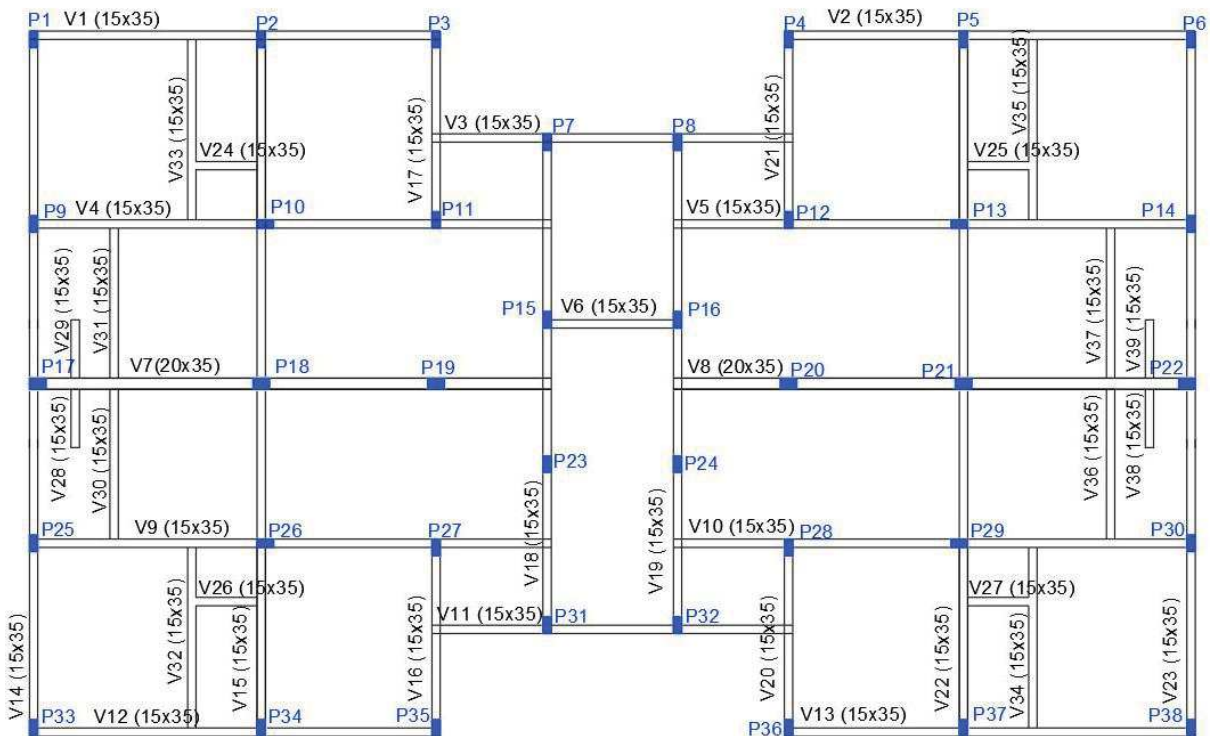
ANEXO A – DETALHES DO PROJETO ESTRUTURAL

Figura 23: Vigas para os pavimentos-tipo e cobertura da edificação (cm)



Fonte: Genehr (2016).

Figura 24: Vigas baldrame da edificação com vedação interna de alvenaria (cm)



Fonte: Genehr (2016).

Quadro 3: Dimensões dos pilares da edificação (cm)

Pilar	Cobertura	Tipos 7, 6 e 5	Tipos 4 e 3	Tipos 2 e 1 e térreo
1, 6, 38	20 x 40	20 x 40	20 x 40	20 x 60
2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37	15 x 30	20 x 30	20 x 40	20 x 60
7, 8, 15, 16	20 x 60	20 x 60	20 x 60	20 x 60
9, 14, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33	20 x 40	20 x 30	20 x 40	20 x 60
17, 18, 19, 20, 21, 22	20 x 25	20 x 25	20 x 40	20 x 60

Fonte: Genehr (2016).

APÊNDICE A – ORÇAMENTOS DETALHADOS

Quadro 4: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema de vedação

TABELAS TCPO 14				QUANTITATIVO		SINAPI (JULHO, 2019)			CUSTO TOTAL		
Item	Un	Componentes	Un	Consumo	Obra		Descrição	Preço/un	Obra		
					Alvenaria	Drywall			Alvenaria	Drywall	
Emboço para parede externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6, e=30 mm	m²	Pedreiro	h	0,79	2170,92	2170,92	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 38.227,95	R\$ 38.227,95	
		Sevente	h	0,77			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 28.751,66	R\$ 28.751,66	
		Areia lavada tipo média	m³	0,0366			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 4.528,97	R\$ 4.528,97	
		Cal hidratada CH III	kg	7,29			Cal hidratada ch-i para argamassas	R\$ 0,28	R\$ 4.431,28	R\$ 4.431,28	
		Cimento portland CP II-E-32	kg	7,29			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 6.963,44	R\$ 6.963,44	
								TOTAL	R\$ 82.903,31	R\$ 82.903,31	
Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6, e=30 mm	m²	Pedreiro	h	0,79	5382,00	2949,44	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 94.772,18	R\$ 51.936,98	
		Sevente	h	0,77			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 71.279,21	R\$ 39.062,38	
		Areia lavada tipo média	m³	0,0366			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 11.227,93	R\$ 6.153,12	
		Cal hidratada CH III	kg	7,29			Cal hidratada ch-i para argamassas	R\$ 0,28	R\$ 10.985,74	R\$ 6.020,40	
		Cimento portland CP II-E-32	kg	7,29			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 17.263,30	R\$ 9.460,62	
								TOTAL	R\$ 205.528,35	R\$ 112.633,51	
Emboço em teto com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e=20 mm, traço 1:2:9	m²	Pedreiro	h	0,7	1722,32	1722,32	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 26.873,30	R\$ 26.873,30	
		Sevente	h	0,9			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 26.661,45	R\$ 26.661,45	
		Areia lavada tipo média	m³	0,0244			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 2.395,40	R\$ 2.395,40	
		Cal hidratada CH III	kg	3,24			Cal hidratada ch-i para argamassas	R\$ 0,28	R\$ 1.562,49	R\$ 1.562,49	
		Cimento Portland CP II-E-32	kg	3,24			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 2.455,33	R\$ 2.455,33	
								TOTAL	R\$ 59.947,96	R\$ 59.947,96	
Chapisco em teto com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, com adição de adesivo a base de resina sintética, e=5mm	m²	Pedreiro	h	0,25	1722,32	1722,32	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 9.597,61	R\$ 9.597,61	
		Servente	h	0,3			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 8.887,15	R\$ 8.887,15	
		Areia média lavada	m³	0,0061			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 598,85	R\$ 598,85	
		Cimento Portland CP-32	kg	2,43			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 1.841,50	R\$ 1.841,50	
		Adesivo de base sintética compatível com cimentos	L	0,3			Aditivo adesivo líquido para argamassas de revestimentos cimentícios	R\$ 7,19	R\$ 3.715,04	R\$ 3.715,04	
								TOTAL	R\$ 24.640,14	R\$ 24.640,14	
Chapisco para parede externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m²	Pedreiro	h	0,1	2170,92	2170,92	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 4.838,98	R\$ 4.838,98	
		Sevente	h	0,15			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 5.600,97	R\$ 5.600,97	
		Areia lavada tipo média	m³	0,0061			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 754,83	R\$ 754,83	
		Cimento Portland CP II-E-32	kg	2,43			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 2.321,15	R\$ 2.321,15	
								TOTAL	R\$ 13.515,93	R\$ 13.515,93	
Chapisco para parede interna com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m²	Pedreiro	h	0,1	5382,00	2949,44	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 11.996,48	R\$ 6.574,30	
		Sevente	h	0,15			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 13.885,56	R\$ 7.609,56	
		Areia lavada tipo média	m³	0,0061			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 1.871,32	R\$ 1.025,52	
		Cimento Portland CP II-E-32	kg	2,43			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 5.754,43	R\$ 3.153,54	
								TOTAL	R\$ 33.507,79	R\$ 18.362,92	
Execução de rasgo em alvenaria para passagem de tubulação, Ø 15 a 25 mm	m	Pedreiro	h	0,1	2307,22	1590,96	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 5.142,79	R\$ 3.546,25	
		Servente	h	0,25			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 9.921,04	R\$ 6.841,14	
								TOTAL	R\$ 15.063,83	R\$ 10.387,39	
Enchimento de rasgo em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, pra tubulação, diâmetro de 15 a 25 mm	m	Pedreiro	h	0,15	2307,22	1590,96	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 7.714,19	R\$ 5.319,38	
		Servente	h	0,106			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 4.206,52	R\$ 2.900,64	
		Cimento Portland CP II-E-32	kg	0,09			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 91,37	R\$ 63,00	
		Areia lavada tipo média	m³	0,000732			Areia média - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 96,27	R\$ 66,38	
		Cal hidratada CH III	kg	0,1092			Cal hidratada ch-i para argamassas	R\$ 0,28	R\$ 70,55	R\$ 48,65	
								TOTAL	R\$ 12.178,89	R\$ 8.398,05	

Fonte: Autora (2019).

Continuação do Quadro 4: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema de vedação

TABELAS TCPO 14					QUANTITATIVO		SINAPI (JULHO, 2019)			CUSTO TOTAL		
Item	Un	Componentes	Un	Consumo	Obra		Descrição	Preço/un	Obra			
					Alvenaria	Drywall			Alvenaria	Drywall		
Azulejo assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia peneirada traço 1:2:8	m²	Azulejista	h	0,35	576,16	576,16	Azulejista ou ladrilhista com encargos complementares	R\$ 22,20	R\$ 4.476,76	R\$ 4.476,76		
		Servente	h	0,12			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 1.189,19	R\$ 1.189,19		
		Cimento branco não estrutural	kg	0,25			Cimento branco	R\$ 2,63	R\$ 378,83	R\$ 378,83		
		Azulejo cerâmico esmaltado liso (15 x 15 cm)	m²	1,1			Revestimento em cerâmica esmaltada comercial, formato ≤ a 2025 cm²	R\$ 10,83	R\$ 6.863,79	R\$ 6.863,79		
		Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia peneirada traço 1:2:8	m³	0,02			Argamassa industrializada multiuso para revestimentos e assentamento da alvenaria, preparo manual.	R\$ 990,60	R\$ 11.414,88	R\$ 11.414,88		
								TOTAL	R\$ 24.323,46	R\$ 24.323,46		
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m²	Ajudante de pintor	h	0,2	4715,88	2740,92	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 16.222,63	R\$ 9.428,76		
		Pintor	h	0,3			Pintor com encargos complementares	R\$ 23,39	R\$ 33.091,33	R\$ 19.233,04		
		Massa corrida base PVA	kg	0,7			Massa corrida pva para paredes internas (18 l - r\$ 88,30), preço de 1 kg	R\$ 3,07	R\$ 10.134,43	R\$ 5.890,24		
		Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	un	0,4			Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	R\$ 0,77	R\$ 1.452,49	R\$ 844,20		
								TOTAL	R\$ 60.900,87	R\$ 35.396,24		
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com UMA demão, para pintura látex (ESTIMADO PARA DRYWALL)	m²	Ajudante de pintor	h	0,1	0,00	1974,96	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ -	R\$ 3.396,93		
		Pintor	h	0,15			Pintor com encargos complementares	R\$ 23,39	R\$ -	R\$ 6.929,15		
		Massa corrida base PVA	kg	0,35			Massa corrida pva para paredes internas (18 l - r\$ 88,30), preço de 1 kg	R\$ 3,07	R\$ -	R\$ 2.122,09		
		Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	un	0,2			Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	R\$ 0,77	R\$ -	R\$ 304,14		
								TOTAL	R\$ -	R\$ 12.752,32		
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	m²	Ajudante de pintor	h	0,25	2371,60	2371,60	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 10.197,88	R\$ 10.197,88		
		Pintor	h	0,35			Pintor com encargos complementares	R\$ 23,39	R\$ 19.415,10	R\$ 19.415,10		
		Massa corrida base PVA	kg	0,7			Massa corrida pva para paredes internas (18 l - r\$ 88,30), preço de 1 kg	R\$ 3,07	R\$ 5.096,57	R\$ 5.096,57		
		Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	un	0,5			Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	R\$ 0,77	R\$ 913,07	R\$ 913,07		
								TOTAL	R\$ 35.622,62	R\$ 35.622,62		
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	m²	Ajudante de pintor	h	0,35	2371,60	2371,60	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 14.277,03	R\$ 14.277,03		
		Pintor	h	0,4			Pintor com encargos complementares	R\$ 23,39	R\$ 22.188,69	R\$ 22.188,69		
		Líquido preparador de superfícies lata com 18 litros	L	0,12			Selador acrílico paredes internas/externas	R\$ 6,39	R\$ 1.818,54	R\$ 1.818,54		
		Tinta látex acrílica fosca	L	0,17			Tinta acrílica premium, cor branco fosco	R\$ 17,65	R\$ 7.115,99	R\$ 7.115,99		
		Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	un	0,25			Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	R\$ 0,77	R\$ 456,53	R\$ 456,53		
								TOTAL	R\$ 45.856,78	R\$ 45.856,78		
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	m²	Ajudante de pintor	h	0,35	4715,88	4715,88	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 28.389,60	R\$ 28.389,60		
		Pintor	h	0,4			Pintor com encargos complementares	R\$ 23,39	R\$ 44.121,77	R\$ 44.121,77		
		Selador base PVA para pintura látex	L	0,12			Selador pva paredes internas	R\$ 12,14	R\$ 6.870,09	R\$ 6.870,09		
		Tinta látex PVA fosca	L	0,17			Tinta latex pva premium, cor branca	R\$ 15,25	R\$ 12.225,92	R\$ 12.225,92		
		Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	un	0,25			Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	R\$ 0,77	R\$ 907,81	R\$ 907,81		
								TOTAL	R\$ 92.515,19	R\$ 92.515,19		
Alvenaria de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - tipo 1	m²	Pedreiro	h	1	3906,52	2643,96	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 87.076,33	R\$ 58.933,87		
		Servente	h	1,135			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 76.263,08	R\$ 51.615,39		
		Bloco cerâmico furado de vedação	un	25,7			Bloco cerâmico (alvenaria de vedação), 8 furos, de 9 x 19 x 19 cm	R\$ 0,42	R\$ 42.166,98	R\$ 28.538,90		
		Areia média lavada	m³	0,01647			Areia media - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	R\$ 57,00	R\$ 3.667,40	R\$ 2.482,12		
		Cal hidratada CH III	kg	2,457			Cal hidratada ch-i para argamassas	R\$ 0,28	R\$ 2.687,53	R\$ 1.818,94		
		Cimento CP-32	kg	2,457			Cimento portland composto cp ii-32	R\$ 0,44	R\$ 4.223,26	R\$ 2.858,33		
								TOTAL	R\$ 216.084,58	R\$ 146.247,55		
Parede de gesso acartonado simples interna, espessura final de 100 mm, pé direito máximo 3,15 m	m²	Parede de gesso acartonado simples # 100 mm x 3,15 m de altura	m²	1	0,00	1262,77	Parede com placas de gesso acartonado (drywall), para uso interno, com duas faces simples e estrutura metálica com guias simples, sem vãos	R\$ 81,68	R\$ -	R\$ 103.142,89		
								TOTAL	R\$ -	R\$ 103.142,89		
								CUSTO TOTAL	R\$ 922.589,72	R\$ 826.646,27		

Fonte: Autora (2019).

Quadro 5: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema estrutural

TCPO 14				QUANTITATIVO		SINAPI (JULHO, 2019)			TOTAL	
Item	Un	Componentes	Un	Consumo	Obra		Descrição	Preço/un	Obra	
					Alvenaria	Drywall			Alvenaria	Drywall
Concreto estrutural dosado em central, fck=25 MPa	m³	Concreto usinado fck 25 MPa, brita 1 e 2, abatimento 8+/-1	m³	1,05	398	396,3	Concreto usinado bombeavel, classe de resistencia c25, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, inclui servico de bombeamento (nbr 8953)	R\$270,94	R\$113.225,83	R\$112.742,20
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura	m³	Pedreiro	h	1,65	398	396,3	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 14.637,84	R\$ 14.575,32
		Servente	h	4,5			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 30.805,20	R\$ 30.673,62
		Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod.	0,2			Vibrador de imersão, diâmetro de ponteira 45mm, motor elétrico trifásico potência de 2 CV - chp diurno.	R\$ 1,44	R\$ 114,62	R\$ 114,13
								TOTAL	R\$158.783,49	R\$158.105,27
Armadura de aço para pilares, CA-50, 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	Ajudante de armador	h	0,1085	7328,3	6911	Ajudante de armador com encargos complementares	R\$ 17,04	R\$ 13.548,85	R\$ 12.777,33
		Armador	h	0,062			Armador com encargos complementares	R\$ 22,16	R\$ 10.068,50	R\$ 9.495,16
		Espaçador circular de plástico para pilares, vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	4,7			Espacador / distanciador circular com entrada lateral, em plastico, para vergalhao 4,2 a 12,5 mm, cobrimento 20 mm	R\$ 0,13	R\$ 4.477,59	R\$ 4.222,62
		Barra de aço CA-50 1/2" (bitola: 12,50 mm)	kg	1,1			Aço CA-50, 12,5 mm, vergalhao	R\$ 4,46	R\$ 35.952,64	R\$ 33.905,37
		BWG)	kg	0,02			Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m)	R\$ 12,10	R\$ 1.773,45	R\$ 1.672,46
								TOTAL	R\$ 65.821,03	R\$ 62.072,94
Armadura de aço para vigas, CA-50, corte e dobra na obra	kg	Ajudante de armador	h	0,16275	8600	8117,7	Ajudante de armador com encargos complementares	R\$ 17,04	R\$ 23.850,04	R\$ 22.512,49
		Armador	h	0,093			Armador com encargos complementares	R\$ 22,16	R\$ 17.723,57	R\$ 16.729,61
		Espaçador circular de plástico para pilares, vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	7,3			Espacador / distanciador circular com entrada lateral, em plastico, para vergalhao 4,2 a 12,5 mm, cobrimento 20 mm	R\$ 0,13	R\$ 8.161,40	R\$ 7.703,70
		Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,0 mm)	kg	1,1			Aço CA-50, 10,0 mm, vergalhao	R\$ 4,69	R\$ 44.367,40	R\$ 41.879,21
		BWG)	kg	0,02			Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m)	R\$ 12,10	R\$ 2.081,20	R\$ 1.964,48
								TOTAL	R\$ 96.183,60	R\$ 90.789,49
Armadura de aço para lajes, CA-50, corte e dobra na obra	kg	Ajudante de armador	h	0,08925	10459,6	9838	Ajudante de armador com encargos complementares	R\$ 17,04	R\$ 15.907,17	R\$ 14.961,83
		Armador	h	0,051			Armador com encargos complementares	R\$ 22,16	R\$ 11.821,02	R\$ 11.118,51
		Espaçador circular de plástico para pilares, vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	un	11,4			Espacador / distanciador circular com entrada lateral, em plastico, para vergalhao 4,2 a 12,5 mm, cobrimento 20 mm	R\$ 0,13	R\$ 15.501,13	R\$ 14.579,92
		Barra de aço CA-50 5/16" (bitola: 8,0 mm)	kg	1,1			Aço CA-50, 8,0 mm, vergalhao	R\$ 5,51	R\$ 63.395,64	R\$ 59.628,12
		Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,02			Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m)	R\$ 12,10	R\$ 2.531,22	R\$ 2.380,80
								TOTAL	R\$109.156,18	R\$102.669,17
Forma para pilares, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, 5 aproveitamentos	m²	Ajudante de carpinteiro	h	0,2	1053,2	1053,2	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	R\$ 18,56	R\$ 3.909,48	R\$ 3.909,48
		Carpinteiro	h	0,8			Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 22,12	R\$ 18.637,43	R\$ 18.637,43
		Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 2,20 m	m²	0,27			Chapa de madeira compensada plastificada para forma de concreto, de 2,20x1,10 m	R\$ 23,76	R\$ 6.756,49	R\$ 6.756,49
		Pontaletes de cedro 7,5 x 7,5 cm	m	1,24			Pontaletes de madeira nao aparelhada 7,5x7,5 cm, pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 3,00	R\$ 3.917,90	R\$ 3.917,90
		Sarrafo 1" x 3"	m	1,64			Sarrafo de madeira nao aparelhada 1x3", pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 1,08	R\$ 1.865,43	R\$ 1.865,43
		Prego com cabeça 17 x 21, 48 mm x 3 mm	kg	0,04			Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11)	R\$ 9,66	R\$ 406,96	R\$ 406,96
		Desmoldante de formas de madeira para concreto	L	0,02			Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	R\$ 5,18	R\$ 109,11	R\$ 109,11
		Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1 mm x 3 mm	kg	0,2			Prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11)	R\$ 11,92	R\$ 2.510,83	R\$ 2.510,83
								TOTAL	R\$ 38.113,62	R\$ 38.113,62
Forma para vigas, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, 5 aproveitamentos	m²	Ajudante de carpinteiro	h	0,199	1596,4	1574,3	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	R\$ 18,56	R\$ 5.896,21	R\$ 5.814,58
		Carpinteiro	h	0,794			Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 22,12	R\$ 28.038,02	R\$ 27.649,87
		Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 2,20 m	m²	0,24			Chapa de madeira compensada plastificada para forma de concreto, de 2,20x1,10 m	R\$ 23,76	R\$ 9.103,31	R\$ 8.977,29
		Pontaletes de cedro 7,5 x 7,5 cm	m	0,64			Pontaletes de madeira nao aparelhada 7,5x7,5 cm, pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 3,00	R\$ 3.065,09	R\$ 3.022,66
		Sarrafo 1" x 3"	m	0,8			Sarrafo de madeira nao aparelhada 1x3", pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 1,08	R\$ 1.379,29	R\$ 1.360,20
		Prego com cabeça 17 x 21, 48 mm x 3 mm	kg	0,04			Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11)	R\$ 9,66	R\$ 616,85	R\$ 608,31
		Desmoldante de formas de madeira para concreto	L	0,02			Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	R\$ 5,18	R\$ 165,39	R\$ 163,10
		Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1 mm x 3 mm	kg	0,1			Prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11)	R\$ 11,92	R\$ 1.902,91	R\$ 1.876,57
								TOTAL	R\$ 50.167,06	R\$ 49.472,57

Fonte: Autora (2019).

Continuação do Quadro 5: Orçamento detalhado dos serviços relacionados ao sistema estrutural

TCPO 14				QUANTITATIVO		SINAPI (JULHO, 2019)			TOTAL		
Item	Un	Componentes	Un	Consumo	Obra		Descrição	Preço/un	Obra		
					Alvenaria	Drywall			Alvenaria	Drywall	
Forma para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, 5 aproveitamentos	m²	Ajudante de carpinteiro	h	0,166	1701,2	1701,2	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	R\$ 18,56	R\$ 5.241,33	R\$ 5.241,33	
		Carpinteiro	h	0,664			Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 22,12	R\$ 24.986,68	R\$ 24.986,68	
		Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 1,20 m	m²	0,25			Chapa de madeira compensada plastificada para forma de concreto, de 2,20x1,10 m	R\$ 23,76	R\$ 10.105,13	R\$ 10.105,13	
		Pontaletes de cedro 7,5 x 7,5 cm	m	0,52			Pontaletes de madeira nao aparelhada 7,5x7,5 cm, pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 3,00	R\$ 2.653,87	R\$ 2.653,87	
		Tábua de cedrinho 1" x 8"	m	0,26			Tábua de madeira nao aparelhada 2,5 x 30 cm, cedrinho ou equivalente da região	R\$ 13,10	R\$ 5.794,29	R\$ 5.794,29	
		Desmoldante de formas de madeira para concreto	L	0,02			Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	R\$ 5,18	R\$ 176,24	R\$ 176,24	
		Prego com cabeça 15 x 15, 34,5 mm x 2,4 mm	kg	0,3			Prego de aço polido com cabeça 15 x 15 (1 1/4 x 13)	R\$ 10,70	R\$ 5.460,85	R\$ 5.460,85	
		TOTAL								R\$ 54.418,39	R\$ 54.418,39
Forma para escadas, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, 5 aproveitamentos	m²	Ajudante de carpinteiro	h	0,472	100,8	100,8	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	R\$ 18,56	R\$ 883,04	R\$ 883,04	
		Carpinteiro	h	1,884			Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 22,12	R\$ 4.200,75	R\$ 4.200,75	
		Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 2,20 m	m²	0,24			Chapa de madeira compensada plastificada para forma de concreto, de 2,20x1,10 m	R\$ 23,76	R\$ 574,80	R\$ 574,80	
		Pontaletes de cedro 7,5 x 7,5 cm	m	1,76			Pontaletes de madeira nao aparelhada 7,5x7,5 cm, pinus, mista ou equivalente da região	R\$ 3,00	R\$ 532,22	R\$ 532,22	
		Tábua de cedrinho 1" x 8"	m	0,44			Tábua de madeira nao aparelhada 2,5 x 30 cm, cedrinho ou equivalente da região	R\$ 13,10	R\$ 581,01	R\$ 581,01	
		Prego com cabeça 17 x 21, 48 mm x 3 mm	kg	0,04			Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11)	R\$ 9,66	R\$ 38,95	R\$ 38,95	
		Desmoldante de formas de madeira para concreto	L	0,02			Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	R\$ 5,18	R\$ 10,44	R\$ 10,44	
		Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1 mm x 3 mm	kg	0,2			Prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11)	R\$ 11,92	R\$ 240,31	R\$ 240,31	
Prego com cabeça 15 x 15, 34,5 mm x 2,4 mm	kg	0,05	Prego de aço polido com cabeça 15 x 15 (1 1/4 x 13)	R\$ 10,70	R\$ 53,93	R\$ 53,93					
TOTAL								R\$ 7.115,45	R\$ 7.115,45		
Armadura de aço para vigas, CA-50, corte e dobra na obra (utilizado para ESCADAS)	kg	Ajudante de armador	h	0,16275	274,4	274,4	Ajudante de armador com encargos complementares	R\$ 17,04	R\$ 760,98	R\$ 760,98	
		Armador	h	0,093			Armador com encargos complementares	R\$ 22,16	R\$ 565,51	R\$ 565,51	
		Espaçador circular de plástico para pilares, vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	7,3			Espaçador / distanciador circular com entrada lateral, em plastico, para vergalhao 4,2 a 12,5 mm, cobrimento 20 mm	R\$ 0,13	R\$ 260,41	R\$ 260,41	
		Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,0 mm)	kg	1,1			Aço CA-50, 10,0 mm, vergalhão	R\$ 4,69	R\$ 1.415,63	R\$ 1.415,63	
		BWG)	kg	0,02			Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m)	R\$ 12,10	R\$ 66,40	R\$ 66,40	
TOTAL								R\$ 3.068,93	R\$ 3.068,93		
Escavação manual de vala, profundidade até 2m	m³	Servente	h	4	12,50	12,29	Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 860,01	R\$ 845,77	
TOTAL								R\$ 860,01	R\$ 845,77		
Impermeabilização de superfície sujeita à umidade de terra aplicando impermeabilizante estrutural com emulsão adesiva	m²	Pedreiro	h	0,1	61,13	61,13	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 22,29	R\$ 136,26	R\$ 136,26	
		Servente	h	0,4			Servente com encargos complementares	R\$ 17,20	R\$ 420,57	R\$ 420,57	
		Impermeabilizante estrutural de base cimentícia	kg	2			Impermeabilizante Vedatop Vedacit 3 Kg (R\$31,90)	R\$ 10,53	R\$ 1.287,40	R\$ 1.287,40	
		Emulsão adesiva	kg	0,15			Viafix Adesivo Plargamassas 18kg - Viapol (R\$ 162,54)	R\$ 9,03	R\$ 82,80	R\$ 82,80	
TOTAL								R\$ 1.927,03	R\$ 1.927,03		
CUSTO TOTAL								R\$585.614,80	R\$568.598,65		

Fonte: Autora (2019).

APÊNDICE B – CÁLCULO DAS CURVAS ABC

Quadro 6: Cálculos para obtenção da curva ABC para obra com vedação de alvenaria

Atividade	Custo	Simple	Acumulado	Classificação
Vedação de alvenaria	R\$ 216.084,58	14,33%	14,33%	A
Emboço para parede interna	R\$ 205.528,35	13,63%	27,95%	A
Concreto usinado	R\$ 158.783,49	10,53%	38,48%	A
Armadura para lajes	R\$ 109.156,18	7,24%	45,72%	A
Armadura para vigas	R\$ 96.183,60	6,38%	52,10%	A
Pintura em parede interna	R\$ 92.515,19	6,13%	58,23%	A
Emboço para parede externa	R\$ 82.903,31	5,50%	63,73%	A
Armadura para pilares	R\$ 65.821,03	4,36%	68,09%	A
Emassamento interno (2 demãos)	R\$ 60.900,87	4,04%	72,13%	A
Emboço em teto	R\$ 59.947,96	3,97%	76,11%	A
Forma para lajes	R\$ 54.418,39	3,61%	79,71%	A
Forma para vigas	R\$ 50.167,06	3,33%	83,04%	B
Pintura em parede externa	R\$ 45.856,78	3,04%	86,08%	B
Forma para pilares	R\$ 38.113,62	2,53%	88,61%	B
Emassamento externo	R\$ 35.622,62	2,36%	90,97%	B
Chapisco para parede interna	R\$ 33.507,79	2,22%	93,19%	B
Chapisco em teto	R\$ 24.640,14	1,63%	94,82%	B
Azulejo	R\$ 24.323,46	1,61%	96,44%	C
Execução de rasgo	R\$ 15.063,83	1,00%	97,44%	C
Chapisco para parede externa	R\$ 13.515,93	0,90%	98,33%	C
Enchimento de rasgo	R\$ 12.178,89	0,81%	99,14%	C
Forma para escadas	R\$ 7.115,45	0,47%	99,61%	C
Armadura para escadas	R\$ 3.068,93	0,20%	99,82%	C
Impermeabilização de baldrame	R\$ 1.927,03	0,13%	99,94%	C
Escavação de vala	R\$ 860,01	0,06%	100,00%	C
TOTAL	R\$ 1.508.204,53			

Fonte: Autora (2019).

Quadro 7: Cálculos para obtenção da curva ABC para obra com vedação de *drywall*

Item	Custo	Simple	Acumulado	Classificação
Concreto usinado	R\$ 158.105,27	11,33%	11,33%	A
Vedação de alvenaria	R\$ 146.247,55	10,48%	21,81%	A
Emboço para parede interna	R\$ 112.633,51	8,07%	29,89%	A
Vedação de drywall	R\$ 103.142,89	7,39%	37,28%	A
Armadura para lajes	R\$ 102.669,17	7,36%	44,64%	A
Pintura em parede interna	R\$ 92.515,19	6,63%	51,27%	A
Armadura para vigas	R\$ 90.789,49	6,51%	57,78%	A
Emboço para parede externa	R\$ 82.903,31	5,94%	63,72%	A
Armadura para pilares	R\$ 62.072,94	4,45%	68,17%	A
Emboço em teto	R\$ 59.947,96	4,30%	72,46%	A
Forma para lajes	R\$ 54.418,39	3,90%	76,36%	A
Forma para vigas	R\$ 49.472,57	3,55%	79,91%	A
Pintura em parede externa	R\$ 45.856,78	3,29%	83,20%	B
Forma para pilares	R\$ 38.113,62	2,73%	85,93%	B
Emassamento externo	R\$ 35.622,62	2,55%	88,48%	B
Emassamento interno (2 demãos)	R\$ 35.396,24	2,54%	91,02%	B
Chapisco em teto	R\$ 24.640,14	1,77%	92,78%	B
Azulejo	R\$ 24.323,46	1,74%	94,53%	B
Chapisco para parede interna	R\$ 18.362,92	1,32%	95,84%	C
Chapisco para parede externa	R\$ 13.515,93	0,97%	96,81%	C
Emassamento interno (1 demão)	R\$ 12.752,32	0,91%	97,72%	C
Execução de rasgo	R\$ 10.387,39	0,74%	98,47%	C
Enchimento de rasgo	R\$ 8.398,05	0,60%	99,07%	C
Forma para escadas	R\$ 7.115,45	0,51%	99,58%	C
Armadura para escadas	R\$ 3.068,93	0,22%	99,80%	C
Impermeabilização de baldrame	R\$ 1.927,03	0,14%	99,94%	C
Escavação de vala	R\$ 845,77	0,06%	100,00%	C
TOTAL	R\$ 1.395.244,92			

Fonte: Autora (2019).

APÊNDICE C – CÁLCULO DAS EQUIPES E DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

Quadro 8: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de alvenaria (baldrame e pavimento tipo)

Local	#	Serviço	Índice (h)		Quant.	Un	Duração (h)		Equipe		Duração (dias)		
			Of.	Serv.			Of.	Serv.	Of.	Serv.	Calculado		Adotado
											Of.	Serv.	
Baldrame	1	Escavação	0	4	12,50	m³	0,0	50,0	0	4	0,00	1,42	1,50
Baldrame	2	Forma para vigas	0,794	0,199	194,31	m²	154,3	38,7	4	1	4,38	4,39	4,50
Baldrame	3	Armadura para vigas	0,093	0,16275	1046,75	kg	97,3	170,4	4	7	2,77	2,77	3,00
Baldrame	4	Concreto vigas	1,65	4,5	12,50	m³	20,6	56,3	3	7	0,78	0,91	1,00
Baldrame	5	Impermeabilização	0,1	0,4	61,13	m³	6,1	24,5	1	4	0,69	0,69	0,50
Pav tipo	6	Armadura para pilares	0,062	0,1085	892,55	kg	55,3	96,8	4	7	1,57	1,57	1,50
Pav tipo	7	Forma para pilares	0,8	0,2	128,27	m²	102,6	25,7	4	1	2,92	2,92	3,00
Pav tipo	8	Concreto pilares	1,65	4,5	9,99	m³	16,5	44,9	3	8	0,62	0,64	0,50
Pav tipo	9	Forma para lajes	0,664	0,166	210,76	m²	139,9	35,0	4	1	3,98	3,98	4,00
Pav tipo	10	Forma para vigas	0,794	0,199	172,53	m²	137,0	34,3	4	1	3,89	3,90	4,00
Pav tipo	11	Armadura para lajes	0,051	0,08925	1295,82	kg	66,1	115,7	4	7	1,88	1,88	2,00
Pav tipo	12	Armadura para vigas	0,093	0,16275	929,44	kg	86,4	151,3	5	9	1,96	1,91	2,00
Pav tipo	13	Concreto lajes	1,65	4,5	25,30	m³	41,7	113,8	4	11	1,19	1,18	1,00
Pav tipo	14	Concreto vigas	1,65	4,5	11,10	m³	18,3	49,9	3	8	0,69	0,71	0,50
Pav tipo	15	Forma para escadas	1,884	0,472	12,60	m²	23,7	5,9	4	1	0,67	0,68	0,50
Pav tipo	16	Armadura para escadas	0,093	0,16275	34,30	kg	3,2	5,6	1	2	0,36	0,32	0,50
Pav tipo	17	Concreto escadas	1,65	4,5	1,14	m³	1,9	5,1	1	2	0,21	0,29	0,50
Pav tipo	18	Alvenaria	1	1,135	483,35	m²	483,3	548,6	8	9	6,87	6,93	7,00
Pav tipo	19	Gesso acartonado (drywall)	0,86	0,86	0,00	m²	0,0	0,0	0	0	0,00	0,00	0,00
Pav tipo	20	Execução de rasgo	0,1	0,25	288,40	m	28,8	72,1	2	5	1,64	1,64	1,50
Pav tipo	21	Enchimento de rasgo	0,15	0,106	288,40	m	43,3	30,6	4	3	1,23	1,16	1,00
Pav tipo	22	Chapisco no teto	0,25	0,3	213,52	m²	53,4	64,1	5	6	1,21	1,21	1,00
Pav tipo	23	Emboço no teto	0,7	0,9	213,52	m²	149,5	192,2	7	9	2,43	2,43	2,50
Pav tipo	24	Chapisco interno	0,1	0,15	668,03	m²	66,8	100,2	2	3	3,80	3,80	4,00
Pav tipo	25	Chapisco externo	0,1	0,15	266,12	m²	26,6	39,9	2	3	1,51	1,51	1,50
Pav tipo	26	Emboço interno	0,79	0,77	668,03	m²	527,7	514,4	7	7	8,57	8,35	8,50
Pav tipo	27	Emboço externo	0,79	0,77	266,12	m²	210,2	204,9	4	4	5,97	5,82	6,00
Pav tipo	28	Azulejo	0,35	0,12	72,02	m²	25,2	8,6	3	1	0,95	0,98	1,00
Pav tipo	29	Emassamento parede interna	0,3	0,2	589,49	m²	176,8	117,9	6	4	3,35	3,35	3,50
Pav tipo	30	Emassamento parede externa	0,35	0,25	291,20	m²	101,9	72,8	7	5	1,65	1,65	1,50
Pav tipo	31	Pintura externa	0,4	0,35	291,20	m²	116,5	101,9	5	5	2,65	2,32	2,50
Pav tipo	32	Pintura interna	0,4	0,35	589,49	m²	235,8	206,3	8	7	3,35	3,35	3,50

Fonte: Autora (2019).

Quadro 9: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de alvenaria (barrilete e reservatório)

Local	#	Serviço	Índice (h)		Quant.	Un	Duração (h)		Equipe		Duração (dias)		
			Of.	Serv.			Of.	Serv.	Of.	Serv.	Calculado		Adotado
											Of.	Serv.	
Barrilete	33	Armadura para pilares	0,062	0,1085	93,95	kg	5,8	10,2	1	2	0,66	0,58	0,50
Barrilete	34	Forma para pilares	0,8	0,2	13,50	m ²	10,8	2,7	3	1	0,41	0,31	0,50
Barrilete	35	Concreto pilares	1,65	4,5	1,05	m ³	1,7	4,7	1	2	0,20	0,27	0,50
Barrilete	36	Forma para lajes	0,664	0,166	7,57	m ²	5,0	1,3	3	1	0,19	0,14	0,50
Barrilete	37	Forma para vigas	0,794	0,199	10,93	m ²	8,7	2,2	3	1	0,33	0,25	0,50
Barrilete	38	Armadura para lajes	0,051	0,08925	46,51	kg	2,4	4,2	1	2	0,27	0,24	0,50
Barrilete	39	Armadura para vigas	0,093	0,16275	58,87	kg	5,5	9,6	1	2	0,62	0,54	0,50
Barrilete	40	Concreto lajes	1,65	4,5	0,91	m ³	1,5	4,1	1	2	0,17	0,23	0,50
Barrilete	41	Concreto vigas	1,65	4,5	0,70	m ³	1,2	3,2	1	2	0,13	0,18	0,50
Barrilete	42	Alvenaria	1	1,135	17,04	m ²	17,0	19,3	2	2	0,97	1,10	1,00
Barrilete	43	Chapisco no teto	0,25	0,3	7,04	m ²	1,8	2,1	1	1	0,20	0,24	0,50
Barrilete	44	Emboço no teto	0,7	0,35	7,04	m ²	4,9	2,5	2	1	0,28	0,28	0,50
Barrilete	45	Chapisco interno	0,1	0,15	16,20	m ²	1,6	2,4	1	2	0,18	0,14	0,50
Barrilete	46	Chapisco externo	0,1	0,15	18,00	m ²	1,8	2,7	1	2	0,20	0,15	0,50
Barrilete	47	Emboço interno	0,79	0,77	16,20	m ²	12,8	12,5	1	1	1,45	1,42	1,50
Barrilete	48	Emboço externo	0,79	0,77	18,00	m ²	14,2	13,9	2	2	0,81	0,79	1,00
Barrilete	49	Emassamento parede externa	0,35	0,25	18,00	m ²	6,3	4,5	2	2	0,36	0,26	0,50
Barrilete	50	Pintura externa	0,4	0,35	18,00	m ²	7,2	6,3	2	2	0,41	0,36	0,50
Reserv.	51	Armadura para pilares	0,062	0,1085	93,95	kg	5,8	10,2	1	2	0,66	0,58	0,50
Reserv.	52	Forma para pilares	0,8	0,2	13,50	m ²	10,8	2,7	3	1	0,41	0,31	0,50
Reserv.	53	Concreto pilares	1,65	4,5	1,05	m ³	1,7	4,7	1	2	0,20	0,27	0,50
Reserv.	54	Forma para lajes	0,664	0,166	7,57	m ²	5,0	1,3	3	1	0,19	0,14	0,50
Reserv.	55	Forma para vigas	0,794	0,199	10,93	m ²	8,7	2,2	3	1	0,33	0,25	0,50
Reserv.	56	Armadura para lajes	0,051	0,08925	46,51	kg	2,4	4,2	1	2	0,27	0,24	0,50
Reserv.	57	Armadura para vigas	0,093	0,16275	58,87	kg	5,5	9,6	2	3	0,31	0,36	0,50
Reserv.	58	Concreto lajes	1,65	4,5	0,91	m ³	1,5	4,1	1	2	0,17	0,23	0,50
Reserv.	59	Concreto vigas	1,65	4,5	0,70	m ³	1,2	3,2	1	2	0,13	0,18	0,50
Reserv.	60	Alvenaria	1	1,135	22,72	m ²	22,7	25,8	3	3	0,86	0,98	1,00
Reserv.	61	Chapisco no teto	0,25	0,3	7,04	m ²	1,8	2,1	1	1	0,20	0,24	0,50
Reserv.	62	Emboço no teto	0,7	0,4	7,04	m ²	4,9	2,8	2	1	0,28	0,32	0,50
Reserv.	63	Chapisco interno	0,1	0,15	21,60	m ²	2,2	3,2	1	2	0,25	0,18	0,50
Reserv.	64	Chapisco externo	0,1	0,15	24,00	m ²	2,4	3,6	1	2	0,27	0,20	0,50
Reserv.	65	Emboço interno	0,79	0,77	21,60	m ²	17,1	16,6	2	2	0,97	0,95	1,00
Reserv.	66	Emboço externo	0,79	0,77	24,00	m ²	19,0	18,5	2	2	1,08	1,05	1,00
Reserv.	67	Emassamento parede externa	0,35	0,25	24,00	m ²	8,4	6,0	2	2	0,48	0,34	0,50
Reserv.	68	Pintura externa	0,4	0,35	24,00	m ²	9,6	8,4	2	2	0,55	0,48	0,50

Fonte: Autora (2019).

Quadro 10: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de drywall (baldrame e pavimento tipo)

Local	#	Serviço	Índice (h)		Quant.	Un	Duração (h)		Equipe		Duração (dias)		
			Of.	Serv.			Of.	Serv.	Of.	Serv.	Calculado		Adotado
											Of.	Serv.	
Baldrame	1	Escavação	0	4	12,29	m³	0,0	49,2	0	4	0,00	1,40	1,50
Baldrame	2	Forma para vigas	0,794	0,199	191,62	m²	152,1	38,1	4	1	4,32	4,33	4,50
Baldrame	3	Armadura para vigas	0,093	0,16275	988,04	kg	91,9	160,8	4	7	2,61	2,61	2,50
Baldrame	4	Concreto vigas	1,65	4,5	12,29	kg	20,3	55,3	3	7	0,77	0,90	1,00
Baldrame	5	Impermeabilização	0,1	0,4	61,13	kg	6,1	24,5	1	4	0,69	0,69	0,50
Pav tipo	6	Armadura para pilares	0,062	0,1085	841,72	kg	52,2	91,3	4	7	1,48	1,48	1,50
Pav tipo	7	Forma para pilares	0,8	0,2	128,27	m²	102,6	25,7	4	1	2,92	2,92	3,00
Pav tipo	8	Concreto pilares	1,65	4,5	9,99	m³	16,5	44,9	3	8	0,62	0,64	0,50
Pav tipo	9	Forma para lajes	0,664	0,166	210,76	m²	139,9	35,0	4	1	3,98	3,98	4,00
Pav tipo	10	Forma para vigas	0,794	0,199	170,14	m²	135,1	33,9	4	1	3,84	3,85	4,00
Pav tipo	11	Armadura para lajes	0,051	0,08925	1218,81	kg	62,2	108,8	4	7	1,77	1,77	2,00
Pav tipo	12	Armadura para vigas	0,093	0,16275	877,31	kg	81,6	142,8	5	9	1,85	1,80	2,00
Pav tipo	13	Concreto lajes	1,65	4,5	25,30	kg	41,7	113,8	4	11	1,19	1,18	1,00
Pav tipo	14	Concreto vigas	1,65	4,5	10,92	kg	18,0	49,1	3	8	0,68	0,70	0,50
Pav tipo	15	Forma para escadas	1,884	0,472	12,60	m²	23,7	5,9	4	1	0,67	0,68	0,50
Pav tipo	16	Armadura para escadas	0,093	0,16275	34,30	m²	3,2	5,6	1	2	0,36	0,32	0,50
Pav tipo	17	Concreto escadas	1,65	4,5	1,14	m²	1,9	5,1	1	2	0,21	0,29	0,50
Pav tipo	18	Alvenaria	1	1,135	325,53	m²	325,5	369,5	6	7	6,17	6,00	6,00
Pav tipo	19	Gesso acartonado (drywall)	0,86	0,86	157,85	m²	135,7	135,7	4	4	3,86	3,86	4,00
Pav tipo	20	Execução de rasgo	0,1	0,25	198,87	m	19,9	49,7	2	5	1,13	1,13	1,00
Pav tipo	21	Enchimento de rasgo	0,15	0,106	198,87	m	29,8	21,1	4	3	0,85	0,80	1,00
Pav tipo	22	Chapisco no teto	0,25	0,3	213,52	m²	53,4	64,1	5	6	1,21	1,21	1,00
Pav tipo	23	Emboço no teto	0,7	0,9	213,52	m²	149,5	192,2	7	9	2,43	2,43	2,50
Pav tipo	24	Chapisco interno	0,1	0,15	363,96	m²	36,4	54,6	2	3	2,07	2,07	2,00
Pav tipo	25	Chapisco externo	0,1	0,15	266,12	m²	26,6	39,9	2	3	1,51	1,51	1,50
Pav tipo	26	Emboço interno	0,79	0,77	363,96	m²	287,5	280,2	5	5	6,53	6,37	6,50
Pav tipo	27	Emboço externo	0,79	0,77	266,12	m²	210,2	204,9	4	4	5,97	5,82	6,00
Pav tipo	28	Azulejo	0,35	0,12	72,02	m²	25,2	8,6	3	1	0,95	0,98	1,00
Pav tipo	29	Emassamento parede interna (2 demãos)	0,3	0,2	342,62	m²	102,8	68,5	6	4	1,95	1,95	2,00
Pav tipo	30	Emassamento parede interna (1 demão)	0,3	0,2	342,62	m²	102,8	68,5	6	4	1,95	1,95	2,00
Pav tipo	31	Emassamento parede externa	0,35	0,25	291,20	m²	101,9	72,8	7	5	1,65	1,65	1,50
Pav tipo	32	Pintura externa	0,4	0,35	291,20	m²	116,5	101,9	5	5	2,65	2,32	2,50
Pav tipo	33	Pintura interna	0,4	0,35	589,49	m²	235,8	206,3	8	7	3,35	3,35	3,50

Fonte: Autora (2019).

Quadro 11: Cálculo de equipes e duração dos serviços da obra de vedação interna de drywall (barrilete e reservatório)

Local	#	Serviço	Índice (h)		Quant.	Un	Duração (h)		Equipe		Duração (dias)		
			Of.	Serv.			Of.	Serv.	Of.	Serv.	Calculado		Adotado
											Of.	Serv.	
Barrilete	34	Armadura para pilares	0,062	0,1085	88,60	kg	5,5	9,6	1	2	0,62	0,55	0,50
Barrilete	35	Forma para pilares	0,8	0,2	13,50	m ²	10,8	2,7	3	1	0,41	0,31	0,50
Barrilete	36	Concreto pilares	1,65	4,5	1,05	m ³	1,7	4,7	1	2	0,20	0,27	0,50
Barrilete	37	Forma para lajes	0,664	0,166	7,57	m ²	5,0	1,3	3	1	0,19	0,14	0,50
Barrilete	38	Forma para vigas	0,794	0,199	10,78	m ²	8,6	2,1	3	1	0,32	0,24	0,50
Barrilete	39	Armadura para lajes	0,051	0,08925	43,75	kg	2,2	3,9	1	2	0,25	0,22	0,50
Barrilete	40	Armadura para vigas	0,093	0,16275	55,57	kg	5,2	9,0	1	2	0,59	0,51	0,50
Barrilete	41	Concreto lajes	1,65	4,5	0,91	kg	1,5	4,1	1	2	0,17	0,23	0,50
Barrilete	42	Concreto vigas	1,65	4,5	0,69	kg	1,1	3,1	1	2	0,13	0,18	0,50
Barrilete	43	Alvenaria	1	1,135	17,04	m ²	17,0	19,3	2	2	0,97	1,10	1,00
Barrilete	44	Chapisco no teto	0,25	0,3	7,04	m ²	1,8	2,1	1	1	0,20	0,24	0,50
Barrilete	45	Emboço no teto	0,7	0,35	7,04	m ²	4,9	2,5	2	1	0,28	0,28	0,50
Barrilete	46	Chapisco interno	0,1	0,15	16,20	m ²	1,6	2,4	1	2	0,18	0,14	0,50
Barrilete	47	Chapisco externo	0,1	0,15	18,00	m ²	1,8	2,7	1	2	0,20	0,15	0,50
Barrilete	48	Emboço interno	0,79	0,77	16,20	m ²	12,8	12,5	1	1	1,45	1,42	1,50
Barrilete	49	Emboço externo	0,79	0,77	18,00	m ²	14,2	13,9	2	2	0,81	0,79	1,00
Barrilete	50	Emassamento parede externa	0,35	0,25	18,00	m ²	6,3	4,5	2	2	0,36	0,26	0,50
Barrilete	51	Pintura externa	0,4	0,35	18,00	m ²	7,2	6,3	2	2	0,41	0,36	0,50
Reserv.	52	Armadura para pilares	0,062	0,1085	88,60	kg	5,5	9,6	1	2	0,62	0,55	0,50
Reserv.	53	Forma para pilares	0,8	0,2	13,50	m ²	10,8	2,7	3	1	0,41	0,31	0,50
Reserv.	54	Concreto pilares	1,65	4,5	1,05	m ³	1,7	4,7	1	2	0,20	0,27	0,50
Reserv.	55	Forma para lajes	0,664	0,166	7,57	m ²	5,0	1,3	3	1	0,19	0,14	0,50
Reserv.	56	Forma para vigas	0,794	0,199	10,78	m ²	8,6	2,1	3	1	0,32	0,24	0,50
Reserv.	57	Armadura para lajes	0,051	0,08925	43,75	kg	2,2	3,9	1	2	0,25	0,22	0,50
Reserv.	58	Armadura para vigas	0,093	0,16275	55,57	kg	5,2	9,0	2	4	0,29	0,26	0,50
Reserv.	59	Concreto lajes	1,65	4,5	0,91	kg	1,5	4,1	1	2	0,17	0,23	0,50
Reserv.	60	Concreto vigas	1,65	4,5	0,69	kg	1,1	3,1	1	2	0,13	0,18	0,50
Reserv.	61	Alvenaria	1	1,135	22,72	m ²	22,7	25,8	3	3	0,86	0,98	1,00
Reserv.	62	Chapisco no teto	0,25	0,3	7,04	m ²	1,8	2,1	1	1	0,20	0,24	0,50
Reserv.	63	Emboço no teto	0,7	0,4	7,04	m ²	4,9	2,8	2	1	0,28	0,32	0,50
Reserv.	64	Chapisco interno	0,1	0,15	21,60	m ²	2,2	3,2	1	2	0,25	0,18	0,50
Reserv.	65	Chapisco externo	0,1	0,15	24,00	m ²	2,4	3,6	1	2	0,27	0,20	0,50
Reserv.	66	Emboço interno	0,79	0,77	21,60	m ²	17,1	16,6	2	2	0,97	0,95	1,00
Reserv.	67	Emboço externo	0,79	0,77	24,00	m ²	19,0	18,5	2	2	1,08	1,05	1,00
Reserv.	68	Emassamento parede externa	0,35	0,25	24,00	m ²	8,4	6,0	2	2	0,48	0,34	0,50
Reserv.	69	Pintura externa	0,4	0,35	24,00	m ²	9,6	8,4	2	2	0,55	0,48	0,50

Fonte: Autora (2019).

APÊNDICE D – DEPENDÊNCIAS E CÁLCULOS DO DIAGRAMA DE GANTT

Quadro 12: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (baldrame e térreo)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Baldrame	A	Escavação vigas baldrame	x	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5
Baldrame	B	Forma para vigas baldrame	A	4,5	2,0	6,0	2,0	6,0	0,0	0,0	1,5	1,5	6,0	6,0
Baldrame	C	Armadura para vigas baldrame	B	3,0	6,5	9,0	6,5	9,0	0,0	0,0	6,0	6,0	9,0	9,0
Baldrame	D	Concreto vigas baldrame	C	1,0	9,5	10,0	9,5	10,0	0,0	0,0	9,0	9,0	10,0	10,0
Baldrame	E	Impermeabilização	D	0,5	10,5	10,5	10,5	10,5	0,0	0,0	10,0	10,0	10,5	10,5
Térreo	F	Armadura para pilares	E	1,5	11	12	11	12	0	0	10,5	10,5	12	12
Térreo	G	Forma para pilares	F	3,0	12,5	15,0	12,5	15,0	0,0	0,0	12,0	12,0	15,0	15,0
Térreo	H	Concreto pilares	G	0,5	15,5	15,5	15,5	15,5	0,0	0,0	15,0	15,0	15,5	15,5
Térreo	I	Forma para lajes	H	4,0	16,0	19,5	16,0	19,5	0,0	0,0	15,5	15,5	19,5	19,5
Térreo	J	Forma para vigas	H	4,0	16,0	19,5	16,0	19,5	0,0	0,0	15,5	15,5	19,5	19,5
Térreo	K	Armadura para lajes	I	2,0	20,0	21,5	20,0	21,5	0,0	0,0	19,5	19,5	21,5	21,5
Térreo	L	Armadura para vigas	J	2	20	21,5	20	21,5	0	0	19,5	19,5	21,5	21,5
Térreo	M	Concreto lajes	K ,L	1,0	22,0	22,5	22,0	22,5	0,0	0,0	21,5	21,5	22,5	22,5
Térreo	N	Concreto vigas	K ,L	0,5	22,0	22,0	22,5	22,5	0,5	0,5	21,5	21,5	22,5	22,5
Térreo	O	Forma para escadas	H	0,5	16,0	16,0	21,5	21,5	0,0	5,5	15,5	15,5	16,0	21,5
Térreo	P	Armadura para escadas	O	0,5	16,5	16,5	22,0	22,0	0,0	5,5	16,0	21,5	16,5	22,0
Térreo	Q	Concreto escadas	P	0,5	17,0	17,0	22,5	22,5	5,5	5,5	16,5	22,0	22,5	22,5
Térreo	R	Alvenaria	M, N, Q	7	23	29,5	23	29,5	0	0	22,5	22,5	29,5	29,5
Térreo	S	Execução de rasgo	R	1,5	30,0	31,0	30,0	31,0	0,0	0,0	29,5	29,5	31,0	31,0
Térreo	T	Enchimento de rasgo	S	1,0	31,5	32,0	31,5	32,0	0,0	0,0	31,0	31,0	32,0	32,0
Térreo	U	Chapisco em teto	T	1,0	32,5	33,0	41,5	42,0	0,0	9,0	32,0	32,0	33,0	42,0
Térreo	V	Emboço em teto	U	2,5	33,5	35,5	42,5	44,5	9,0	9,0	33,0	42,0	44,5	44,5
Térreo	W	Chapisco interno	T	4,0	32,5	36,0	32,5	36,0	0,0	0,0	32,0	32,0	36,0	36,0
Térreo	X	Chapisco externo	R	1,5	30	31	40,5	41,5	0	11	29,5	29,5	31	41,5
Térreo	Y	Emboço interno	W	8,5	36,5	44,5	36,5	44,5	0,0	0,0	36,0	36,0	44,5	44,5
Térreo	Z	Emboço externo	X	6,0	31,5	37,0	42,0	47,5	0,0	10,5	31,0	41,5	37,0	47,5
Térreo	AA	Azulejo	V ,Y	1,0	45,0	45,5	51,0	51,5	0,0	6,0	44,5	44,5	45,5	51,5
Térreo	AB	Emassamento parede interna	V ,Y	3,5	45,0	48,0	45,0	48,0	0,0	0,0	44,5	44,5	48,0	48,0
Térreo	AC	Emassamento parede externa	Z	1,5	37,5	38,5	48,0	49,0	0,0	10,5	37,0	47,5	38,5	49,0
Térreo	AD	Pintura externa	AC	2,5	39,0	41,0	49,5	51,5	10,5	10,5	38,5	49,0	51,5	51,5
Térreo	AE	Pintura interna	AB	3,5	48,5	51,5	48,5	51,5	0,0	0,0	48,0	48,0	51,5	51,5

Fonte: Autora (2019).

Quadro 13: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (pavimento tipo e barrilete)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Pav tipo (x7)	AF	Armadura para pilares	M, N, Q	1,5	23,0	24,0	23,0	24,0	0,0	0,0	22,5	22,5	24,0	24,0
Pav tipo (x7)	AG	Forma para pilares	AF	3,0	24,5	27,0	24,5	27,0	0,0	0,0	24,0	24,0	27,0	27,0
Pav tipo (x7)	AH	Concreto pilares	AG	0,5	27,5	27,5	27,5	27,5	0,0	0,0	27,0	27,0	27,5	27,5
Pav tipo (x7)	AI	Forma para lajes	AH	4,0	28,0	31,5	28,0	31,5	0,0	0,0	27,5	27,5	31,5	31,5
Pav tipo (x7)	AJ	Forma para vigas	AH	4,0	28,0	31,5	28,0	31,5	0,0	0,0	27,5	27,5	31,5	31,5
Pav tipo (x7)	AK	Armadura para lajes	AI	2	32	33,5	32	33,5	0	0	31,5	31,5	33,5	33,5
Pav tipo (x7)	AL	Armadura para vigas	AJ	2,0	32,0	33,5	32,0	33,5	0,0	0,0	31,5	31,5	33,5	33,5
Pav tipo (x7)	AM	Concreto lajes	AK ,AL	1,0	34,0	34,5	34,0	34,5	0,0	0,0	33,5	33,5	34,5	34,5
Pav tipo (x7)	AN	Concreto vigas	AK ,AL	0,5	34,0	34,0	34,5	34,5	0,5	0,5	33,5	33,5	34,5	34,5
Pav tipo (x7)	AO	Forma para escadas	AH	0,5	28,0	28,0	33,5	33,5	0,0	5,5	27,5	27,5	28,0	33,5
Pav tipo (x7)	AP	Armadura para escadas	AO	0,5	28,5	28,5	34,0	34,0	0,0	5,5	28,0	33,5	28,5	34,0
Pav tipo (x7)	AQ	Concreto escadas	AP	0,5	29	29	34,5	34,5	5,5	5,5	28,5	34	34,5	34,5
Pav tipo (x7)	AR	Alvenaria	AM, AN, AQ	7,0	35,0	41,5	35,0	41,5	0,0	0,0	34,5	34,5	41,5	41,5
Pav tipo (x7)	AS	Execução de rasgo	AR	1,5	42,0	43,0	42,0	43,0	0,0	0,0	41,5	41,5	43,0	43,0
Pav tipo (x7)	AT	Enchimento de rasgo	AS	1,0	43,5	44,0	43,5	44,0	0,0	0,0	43,0	43,0	44,0	44,0
Pav tipo (x7)	AU	Chapisco em teto	AT	1,0	44,5	45,0	53,5	54,0	0,0	9,0	44,0	44,0	45,0	54,0
Pav tipo (x7)	AV	Emboço em teto	AU	2,5	45,5	47,5	54,5	56,5	9,0	9,0	45,0	54,0	56,5	56,5
Pav tipo (x7)	AW	Chapisco interno	AT	4	44,5	48	44,5	48	0	0	44	44	48	48
Pav tipo (x7)	AX	Chapisco externo	AR	1,5	42,0	43,0	52,5	53,5	0,0	10,5	41,5	41,5	43,0	53,5
Pav tipo (x7)	AY	Emboço interno	AW	8,5	48,5	56,5	48,5	56,5	0,0	0,0	48,0	48,0	56,5	56,5
Pav tipo (x7)	AZ	Emboço externo	AX	6,0	43,5	49,0	54,0	59,5	0,0	10,5	43,0	53,5	49,0	59,5
Pav tipo (x7)	BA	Azulejo	AV ,AY	1,0	57,0	57,5	63,0	63,5	0,0	6,0	56,5	56,5	57,5	63,5
Pav tipo (x7)	BB	Emassamento parede interna	AV ,AY	3,5	57,0	60,0	57,0	60,0	0,0	0,0	56,5	56,5	60,0	60,0
Pav tipo (x7)	BC	Emassamento parede externa	AZ	1,5	49,5	50,5	60,0	61,0	0,0	10,5	49,0	59,5	50,5	61,0
Pav tipo (x7)	BD	Pintura externa	BC	2,5	51,0	53,0	61,5	63,5	10,5	10,5	50,5	61,0	63,5	63,5
Pav tipo (x7)	BE	Pintura interna	BB	3,5	60,5	63,5	60,5	63,5	0	0	60	60	63,5	63,5
Barrilete	BF	Armadura para pilares	AM, AN, AQ	0,5	107,0	107,0	107,0	107,0	0,0	0,0	106,5	106,5	107,0	107,0
Barrilete	BG	Forma para pilares	BF	0,5	107,5	107,5	107,5	107,5	0,0	0,0	107,0	107,0	107,5	107,5
Barrilete	BH	Concreto pilares	BG	0,5	108,0	108,0	108,0	108,0	0,0	0,0	107,5	107,5	108,0	108,0
Barrilete	BI	Forma para lajes	BH	0,5	108,5	108,5	108,5	108,5	0,0	0,0	108,0	108,0	108,5	108,5
Barrilete	BJ	Forma para vigas	BH	0,5	108,5	108,5	108,5	108,5	0,0	0,0	108,0	108,0	108,5	108,5
Barrilete	BK	Armadura para lajes	BI	0,5	109,0	109,0	109,0	109,0	0,0	0,0	108,5	108,5	109,0	109,0
Barrilete	BL	Armadura para vigas	BJ	0,5	109,0	109,0	109,0	109,0	0,0	0,0	108,5	108,5	109,0	109,0
Barrilete	BM	Concreto lajes	BK ,BL	0,5	109,5	109,5	109,5	109,5	0,0	0,0	109,0	109,0	109,5	109,5
Barrilete	BN	Concreto vigas	BK ,BL	0,5	109,5	109,5	109,5	109,5	0,0	0,0	109,0	109,0	109,5	109,5

Fonte: Autora (2019).

Quadro 14: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de alvenaria (barrilete e reservatório)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Barrilete	BO	Alvenaria	BM, BN	1,0	110,0	110,5	110,0	110,5	0,0	0,0	109,5	109,5	110,5	110,5
Barrilete	BP	Chapisco em teto	BO	0,5	111	111	113	113	0	1,5	111	111	111	113
Barrilete	BQ	Emboço em teto	BP	0,5	111,5	111,5	113,0	113,0	0,0	1,5	111,0	112,5	111,5	113,0
Barrilete	BR	Chapisco interno	BO	0,5	111,0	111,0	111,5	111,5	0,0	0,5	110,5	110,5	111,0	111,5
Barrilete	BS	Chapisco externo	BO	0,5	111,0	111,0	111,0	111,0	0,0	0,0	110,5	110,5	111,0	111,0
Barrilete	BT	Emboço interno	BR	1,5	111,5	112,5	112,0	113,0	0,0	0,5	111,0	111,5	112,5	113,0
Barrilete	BU	Emboço externo	BS	1,0	111,5	112,0	111,5	112,0	0,0	0,0	111,0	111,0	112,0	112,0
Barrilete	BV	Emassamento parede externa	BU	0,5	113	113	113	113	0	0	112	112	113	113
Barrilete	BW	Pintura externa	BV	0,5	113,0	113,0	113,0	113,0	0,0	0,0	112,5	112,5	113,0	113,0
Reserv.	BX	Armadura para pilares	BM, BN	0,5	110,0	110,0	110,0	110,0	0,0	0,0	109,5	109,5	110,0	110,0
Reserv.	BY	Forma para pilares	BX	0,5	110,5	110,5	110,5	110,5	0,0	0,0	110,0	110,0	110,5	110,5
Reserv.	BZ	Concreto pilares	BY	0,5	111,0	111,0	111,0	111,0	0,0	0,0	110,5	110,5	111,0	111,0
Reserv.	CA	Forma para lajes	BZ	0,5	111,5	111,5	111,5	111,5	0,0	0,0	111,0	111,0	111,5	111,5
Reserv.	CB	Forma para vigas	BZ	0,5	111,5	111,5	111,5	111,5	0,0	0,0	111,0	111,0	111,5	111,5
Reserv.	CC	Armadura para lajes	CA	0,5	112,0	112,0	112,0	112,0	0,0	0,0	111,5	111,5	112,0	112,0
Reserv.	CD	Armadura para vigas	CB	0,5	112	112	112	112	0	0	112	112	112	112
Reserv.	CE	Concreto lajes	CC ,CD	0,5	112,5	112,5	112,5	112,5	0,0	0,0	112,0	112,0	112,5	112,5
Reserv.	CF	Concreto vigas	CC ,CD	0,5	112,5	112,5	112,5	112,5	0,0	0,0	112,0	112,0	112,5	112,5
Reserv.	CG	Alvenaria	CE, CF	1,0	113,0	113,5	113,0	113,5	0,0	0,0	112,5	112,5	113,5	113,5
Reserv.	CH	Chapisco em teto	CG	0,5	114,0	114,0	115,5	115,5	0,0	1,5	113,5	113,5	114,0	115,5
Reserv.	CI	Emboço em teto	CH	0,5	114,5	114,5	116,0	116,0	0,0	1,5	114,0	115,5	114,5	116,0
Reserv.	CJ	Chapisco interno	CG	0,5	114,0	114,0	115,0	115,0	0,0	1,0	113,5	113,5	114,0	115,0
Reserv.	CK	Chapisco externo	CG	0,5	114,0	114,0	114,0	114,0	0,0	0,0	113,5	113,5	114,0	114,0
Reserv.	CL	Emboço interno	CJ	1,0	114,5	115,0	115,5	116,0	0,0	1,0	114,0	115,0	115,0	116,0
Reserv.	CM	Emboço externo	CK	1,0	114,5	115,0	114,5	115,0	0,0	0,0	114,0	114,0	115,0	115,0
Reserv.	CN	Emassamento parede externa	CM	0,5	115,5	115,5	115,5	115,5	0,0	0,0	115,0	115,0	115,5	115,5
Reserv.	CO	Pintura externa	CN	0,5	116,0	116,0	116,0	116,0	0,0	0,0	115,5	115,5	116,0	116,0

Fonte: Autora (2019).

Quadro 15: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de *drywall* (baldrame e térreo)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Baldrame	A	Escavação vigas baldrame	x	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5
Baldrame	B	Forma para vigas baldrame	A	4,5	2	6	2	6	0	0	1,5	1,5	6	6
Baldrame	C	Armadura para vigas baldrame	B	2,5	6,5	8,5	6,5	8,5	0,0	0,0	6,0	6,0	8,5	8,5
Baldrame	D	Concreto vigas baldrame	C	1,0	9,0	9,5	9,0	9,5	0,0	0,0	8,5	8,5	9,5	9,5
Baldrame	E	Impermeabilização	D	0,5	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	9,5	9,5	10,0	10,0
Térreo	F	Armadura para pilares	E	1,5	10,5	11,5	10,5	11,5	0,0	0,0	10,0	10,0	11,5	11,5
Térreo	G	Forma para pilares	F	3,0	12,0	14,5	12,0	14,5	0,0	0,0	11,5	11,5	14,5	14,5
Térreo	H	Concreto pilares	G	0,5	15	15	15	15	0	0	14,5	14,5	15	15
Térreo	I	Forma para lajes	H	4,0	15,5	19,0	15,5	19,0	0,0	0,0	15,0	15,0	19,0	19,0
Térreo	J	Forma para vigas	H	4,0	15,5	19,0	15,5	19,0	0,0	0,0	15,0	15,0	19,0	19,0
Térreo	K	Armadura para lajes	I	2,0	19,5	21,0	19,5	21,0	0,0	0,0	19,0	19,0	21,0	21,0
Térreo	L	Armadura para vigas	J	2,0	19,5	21,0	19,5	21,0	0,0	0,0	19,0	19,0	21,0	21,0
Térreo	M	Concreto lajes	K , L	1,0	21,5	22,0	21,5	22,0	0,0	0,0	21,0	21,0	22,0	22,0
Térreo	N	Concreto vigas	K , L	0,5	21,5	21,5	22,0	22,0	0,5	0,5	21,0	21,0	22,0	22,0
Térreo	O	Forma para escadas	H	0,5	15,5	15,5	21,0	21,0	0,0	5,5	15,0	15,0	15,5	21,0
Térreo	P	Armadura para escadas	O	0,5	16	16	21,5	21,5	0	6	15,5	21	16	21,5
Térreo	Q	Concreto escadas	P	0,5	16,5	16,5	22,0	22,0	5,5	5,5	16,0	21,5	22,0	22,0
Térreo	R	Alvenaria	M, N, Q	6,0	22,5	28,0	22,5	28,0	0,0	0,0	22,0	22,0	28,0	28,0
Térreo	S	Execução de rasgo	R	1,0	28,5	29,0	28,5	29,0	0,0	0,0	28,0	28,0	29,0	29,0
Térreo	T	Enchimento de rasgo	S	1,0	29,5	30,0	29,5	30,0	0,0	0,0	29,0	29,0	30,0	30,0
Térreo	U	Chapisco em teto	T	1,0	30,5	31,0	35,5	36,0	0,0	5,0	30,0	30,0	31,0	36,0
Térreo	V	Emboço em teto	U	2,5	31,5	33,5	36,5	38,5	5,0	5,0	31,0	36,0	38,5	38,5
Térreo	W	Chapisco interno	T	2,0	30,5	32,0	30,5	32,0	0,0	0,0	30,0	30,0	32,0	32,0
Térreo	X	Chapisco externo	R	1,5	28,5	29,5	37,0	38,0	0,0	8,5	28,0	28,0	29,5	38,0
Térreo	Y	Emboço interno	W	6,5	32,5	38,5	32,5	38,5	0,0	0,0	32,0	32,0	38,5	38,5
Térreo	Z	Emboço externo	X	6,0	30,0	35,5	38,5	44,0	0,0	8,5	29,5	38,0	35,5	44,0
Térreo	AA	Drywall	V , Y	4,0	39,0	42,5	39,0	42,5	0,0	0,0	38,5	38,5	42,5	42,5
Térreo	AB	Azulejo	AA	1,0	43,0	43,5	47,5	48,0	4,5	4,5	42,50	42,5	48,00	48
Térreo	AC	Emassamento parede interna (2 demãos)	AA	2,0	43,0	44,5	43,0	44,5	0,0	0,0	42,50	42,5	44,50	44,5
Térreo	AD	Emassamento parede interna (1 demão)	AA	1,5	43,0	44,0	43,5	44,5	0,5	0,5	42,50	42,5	44,50	44,5
Térreo	AE	Emassamento parede externa	Z	1,5	36,0	37,0	44,5	45,5	0,0	8,5	35,50	44	37,00	45,5
Térreo	AF	Pintura externa	AE	2,5	37,5	39,5	46,0	48,0	8,5	8,5	37,00	45,5	48,00	48
Térreo	AG	Pintura interna	AC, AD	3,5	45,0	48,0	45,0	48,0	0,0	0,0	44,50	44,5	48,00	48

Fonte: Autora (2019).

Quadro 16: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de drywall (pavimento tipo e barrilete)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Pav tipo (x7)	AH	Armadura para pilares	M, N, Q	1,5	22,5	23,5	22,5	23,5	0,0	0,0	22,0	22,0	23,5	23,5
Pav tipo (x7)	AI	Forma para pilares	AH	3	24	26,5	24	26,5	0	0	23,5	23,5	26,5	26,5
Pav tipo (x7)	AJ	Concreto pilares	AI	0,5	27,0	27,0	27,0	27,0	0,0	0,0	26,5	26,5	27,0	27,0
Pav tipo (x7)	AK	Forma para lajes	AJ	4,0	27,5	31,0	27,5	31,0	0,0	0,0	27,0	27,0	31,0	31,0
Pav tipo (x7)	AL	Forma para vigas	AJ	4,0	27,5	31,0	27,5	31,0	0,0	0,0	27,0	27,0	31,0	31,0
Pav tipo (x7)	AM	Armadura para lajes	AK	2,0	31,5	33,0	31,5	33,0	0,0	0,0	31,0	31,0	33,0	33,0
Pav tipo (x7)	AN	Armadura para vigas	AL	2,0	31,5	33,0	31,5	33,0	0,0	0,0	31,0	31,0	33,0	33,0
Pav tipo (x7)	AO	Concreto lajes	AM ,AN	1,0	33,5	34,0	33,5	34,0	0,0	0,0	33,0	33,0	34,0	34,0
Pav tipo (x7)	AP	Concreto vigas	AM ,AN	0,5	33,5	33,5	34,0	34,0	0,5	0,5	33,0	33,0	34,0	34,0
Pav tipo (x7)	AQ	Forma para escadas	AJ	0,5	27,5	27,5	33	33	0	6	27	27	27,5	33
Pav tipo (x7)	AR	Armadura para escadas	AQ	0,5	28,0	28,0	33,5	33,5	0,0	5,5	27,5	33,0	28,0	33,5
Pav tipo (x7)	AS	Concreto escadas	AR	0,5	28,5	28,5	34,0	34,0	5,5	5,5	28,0	33,5	34,0	34,0
Pav tipo (x7)	AT	Alvenaria	AO, AP, AS	6,0	34,5	40,0	34,5	40,0	0,0	0,0	34,0	34,0	40,0	40,0
Pav tipo (x7)	AU	Execução de rasgo	AT	1,0	40,5	41,0	40,5	41,0	0,0	0,0	40,0	40,0	41,0	41,0
Pav tipo (x7)	AV	Enchimento de rasgo	AU	1,0	41,5	42,0	41,5	42,0	0,0	0,0	41,0	41,0	42,0	42,0
Pav tipo (x7)	AW	Chapisco em teto	AV	1,0	42,5	43,0	47,5	48,0	0,0	5,0	42,0	42,0	43,0	48,0
Pav tipo (x7)	AX	Emboço em teto	AW	2,5	43,5	45,5	48,5	50,5	5,0	5,0	43,0	48,0	50,5	50,5
Pav tipo (x7)	AY	Chapisco interno	AV	2,0	42,5	44,0	42,5	44,0	0,0	0,0	42,0	42,0	44,0	44,0
Pav tipo (x7)	AZ	Chapisco externo	AT	1,5	40,5	41,5	49,0	50,0	0,0	8,5	40,0	40,0	41,5	50,0
Pav tipo (x7)	BA	Emboço interno	AY	6,5	44,5	50,5	44,5	50,5	0,0	0,0	44,0	44,0	50,5	50,5
Pav tipo (x7)	BB	Emboço externo	AZ	6,0	42,0	47,5	50,5	56,0	0,0	8,5	41,5	50,0	47,5	56,0
Pav tipo (x7)	BC	Drywall	AX,BA	4,0	51,0	54,5	51,0	54,5	0,0	0,0	50,5	50,5	54,5	54,5
Pav tipo (x7)	BD	Azulejo	BC	1,0	55,0	55,5	59,5	60,0	4,5	4,5	54,5	54,5	60,0	60,0
Pav tipo (x7)	BE	Emassamento parede interna (2 demãos)	BC	2,0	55,0	56,5	55,0	56,5	0,0	0,0	54,5	54,5	56,5	56,5
Pav tipo (x7)	BF	Emassamento parede interna (1 demão)	BC	1,5	55,0	56,0	55,5	56,5	0,5	0,5	54,5	54,5	56,5	56,5
Pav tipo (x7)	BG	Emassamento parede externa	BB	1,5	48,0	49,0	56,5	57,5	0,0	8,5	47,5	56,0	49,0	57,5
Pav tipo (x7)	BH	Pintura externa	BG	2,5	49,5	51,5	58,0	60,0	8,5	8,5	49,0	57,5	60,0	60,0
Pav tipo (x7)	BI	Pintura interna	BE, BF	3,5	57,0	60,0	57,0	60,0	0,0	0,0	56,5	56,5	60,0	60,0
Barrilete	BJ	Armadura para pilares	AO, AP, AS	0,5	106,5	106,5	106,5	106,5	0,0	0,0	106,0	106,0	106,5	106,5
Barrilete	BK	Forma para pilares	BJ	0,5	107,0	107,0	107,0	107,0	0,0	0,0	106,5	106,5	107,0	107,0
Barrilete	BL	Concreto pilares	BK	0,5	107,5	107,5	107,5	107,5	0,0	0,0	107,0	107,0	107,5	107,5
Barrilete	BM	Forma para lajes	BL	0,5	108,0	108,0	108,0	108,0	0,0	0,0	107,5	107,5	108,0	108,0
Barrilete	BN	Forma para vigas	BL	0,5	108,0	108,0	108,0	108,0	0,0	0,0	107,5	107,5	108,0	108,0
Barrilete	BO	Armadura para lajes	BM	0,5	108,5	108,5	108,5	108,5	0,0	0,0	108,0	108,0	108,5	108,5

Fonte: Autora (2019).

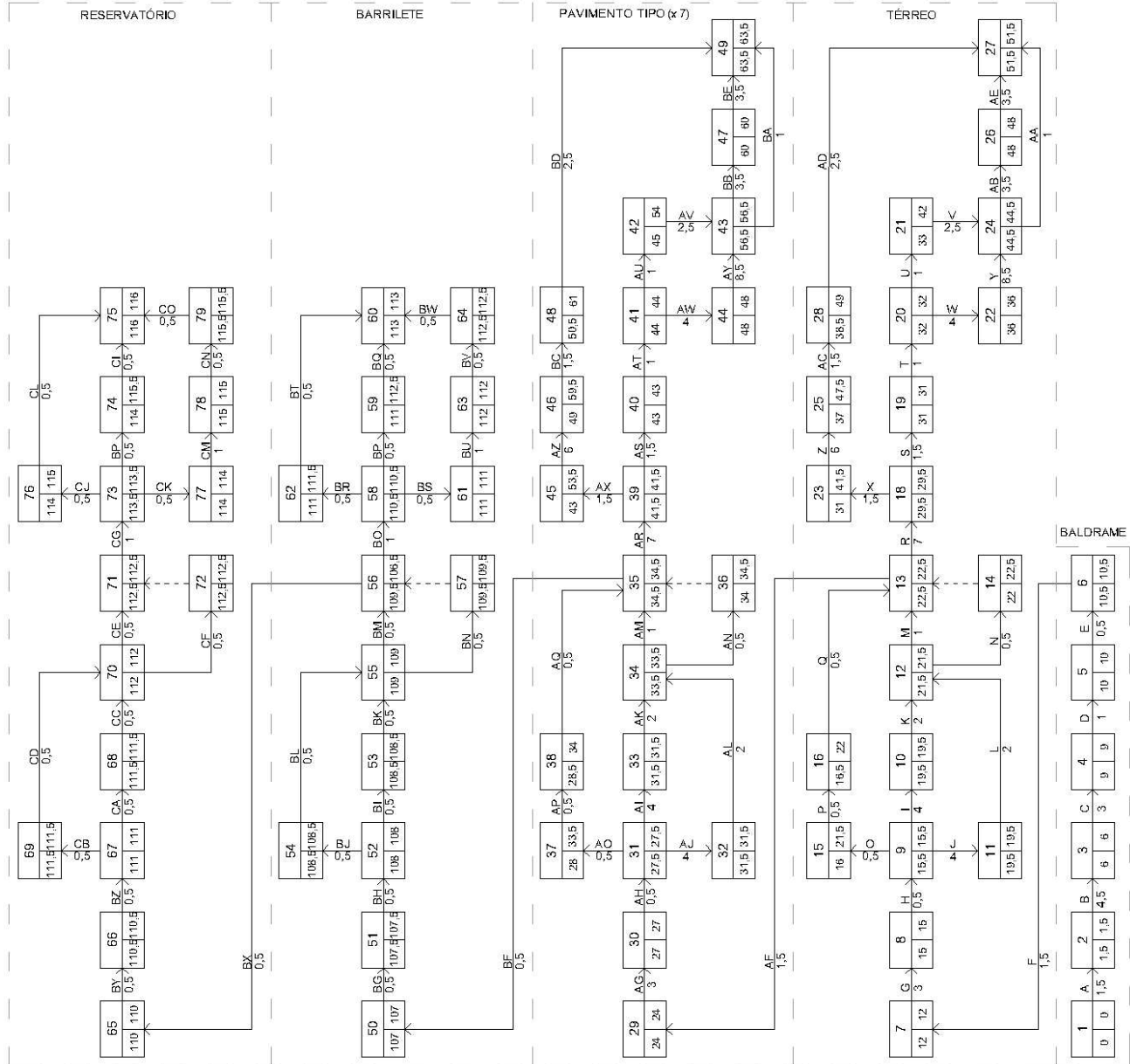
Quadro 17: Dependências entre as atividades e cálculos referentes ao diagrama de Gantt, para obra de vedação interna de drywall (barrilete e reservatório)

Local	Id.	Descrição	Dependência	Duração	PDI	PDT	UDI	UDT	FL	FT	Ci	ti	Cj	tj
Barrilete	BP	Armadura para vigas	BN	0,5	108,5	108,5	108,5	108,5	0,0	0,0	108,0	108,0	108,5	108,5
Barrilete	BQ	Concreto lajes	BO	0,5	109,0	109,0	109,0	109,0	0,0	0,0	108,5	108,5	109,0	109,0
Barrilete	BR	Concreto vigas	BP	0,5	109,0	109,0	109,0	109,0	0,0	0,0	108,5	108,5	109,0	109,0
Barrilete	BS	Alvenaria	BQ, BR	1,0	109,5	110,0	109,5	110,0	0,0	0,0	109,0	109,0	110,0	110,0
Barrilete	BT	Chapisco em teto	BS	0,5	110,5	110,5	112,0	112,0	0,0	1,5	110,0	110,0	110,5	112,0
Barrilete	BU	Emboço em teto	BT	0,5	111,0	111,0	112,5	112,5	0,0	1,5	110,5	112,0	111,0	112,5
Barrilete	BV	Chapisco interno	BS	0,5	110,5	110,5	111,0	111,0	0,0	0,5	110,0	110,0	110,5	111,0
Barrilete	BW	Chapisco externo	BS	0,5	111	111	111	111	0	0	110	110	111	111
Barrilete	BX	Emboço interno	BV	1,5	111,0	112,0	111,5	112,5	0,0	0,5	110,5	111,0	112,0	112,5
Barrilete	BY	Emboço externo	BW	1,0	111,0	111,5	111,0	111,5	0,0	0,0	110,5	110,5	111,5	111,5
Barrilete	BZ	Emassamento parede externa	BY	0,5	112,0	112,0	112,0	112,0	0,0	0,0	111,5	111,5	112,0	112,0
Barrilete	CA	Pintura externa	BZ	0,5	112,5	112,5	112,5	112,5	0,0	0,0	112,0	112,0	112,5	112,5
Reservatório	CB	Armadura para pilares	BQ, BR	0,5	109,5	109,5	109,5	109,5	0,0	0,0	109,0	109,0	109,5	109,5
Reservatório	CC	Forma para pilares	CB	0,5	110,0	110,0	110,0	110,0	0,0	0,0	109,5	109,5	110,0	110,0
Reservatório	CD	Concreto pilares	CC	0,5	110,5	110,5	110,5	110,5	0,0	0,0	110,0	110,0	110,5	110,5
Reservatório	CE	Forma para lajes	CD	0,5	111,0	111,0	111,0	111,0	0,0	0,0	110,5	110,5	111,0	111,0
Reservatório	CF	Forma para vigas	CD	0,5	111,0	111,0	111,0	111,0	0,0	0,0	110,5	110,5	111,0	111,0
Reservatório	CG	Armadura para lajes	CE	0,5	111,5	111,5	111,5	111,5	0,0	0,0	111,0	111,0	111,5	111,5
Reservatório	CH	Armadura para vigas	CF	0,5	111,5	111,5	111,5	111,5	0,0	0,0	111,0	111,0	111,5	111,5
Reservatório	CI	Concreto lajes	CG	0,5	112,0	112,0	112,0	112,0	0,0	0,0	111,5	111,5	112,0	112,0
Reservatório	CJ	Concreto vigas	CH	0,5	112,0	112,0	112,0	112,0	0,0	0,0	111,5	111,5	112,0	112,0
Reservatório	CK	Alvenaria	CI, CJ	1,0	112,5	113,0	112,5	113,0	0,0	0,0	112,0	112,0	113,0	113,0
Reservatório	CL	Chapisco em teto	CK	0,5	113,5	113,5	115,0	115,0	0,0	1,5	113,0	113,0	113,5	115,0
Reservatório	CM	Emboço em teto	CL	0,5	114,0	114,0	115,5	115,5	0,0	1,5	113,5	115,0	114,0	115,5
Reservatório	CN	Chapisco interno	CK	0,5	113,5	113,5	114,5	114,5	0,0	1,0	113,0	113,0	113,5	114,5
Reservatório	CO	Chapisco externo	CK	0,5	113,5	113,5	113,5	113,5	0,0	0,0	113,0	113,0	113,5	113,5
Reservatório	CP	Emboço interno	CN	1,0	114,0	114,5	115,0	115,5	0,0	1,0	113,5	114,5	114,5	115,5
Reservatório	CQ	Emboço externo	CO	1,0	114,0	114,5	114,0	114,5	0,0	0,0	113,5	113,5	114,5	114,5
Reservatório	CR	Emassamento parede externa	CQ	0,5	115,0	115,0	115,0	115,0	0,0	0,0	114,5	114,5	115,0	115,0
Reservatório	CS	Pintura externa	CR	0,5	115,5	115,5	115,5	115,5	0,0	0,0	115,0	115,0	115,5	115,5

Fonte: Autora (2019).

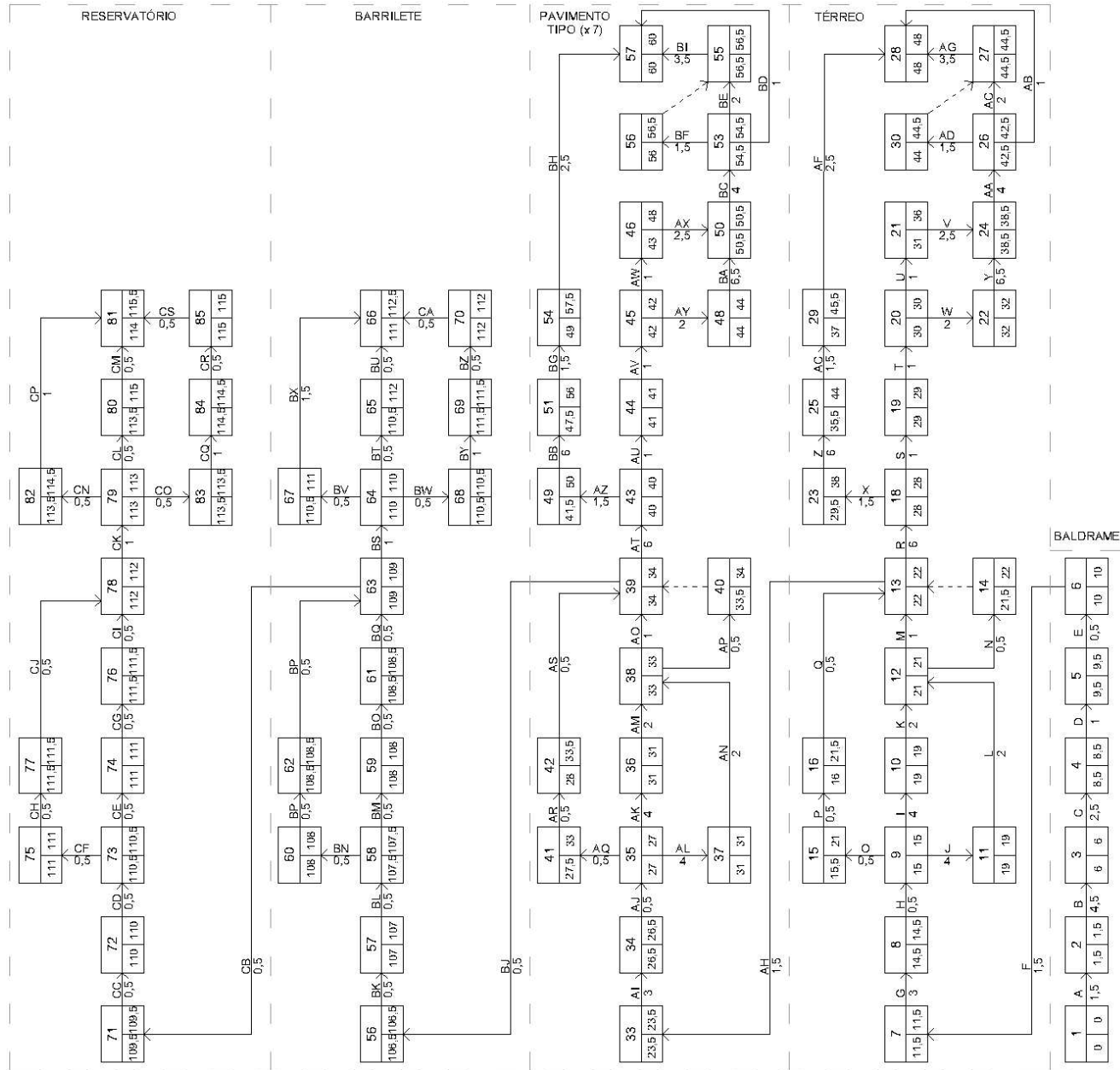
APÊNDICE E – DIAGRAMAS PERT/CPM

Figura 25: Diagrama PERT/CPM completo para obra com vedação de alvenaria



Fonte: Autora (2019).

Figura 26: Diagrama PERT/CPM completo para obra com vedação de *drywall*



Fonte: Autora (2019).

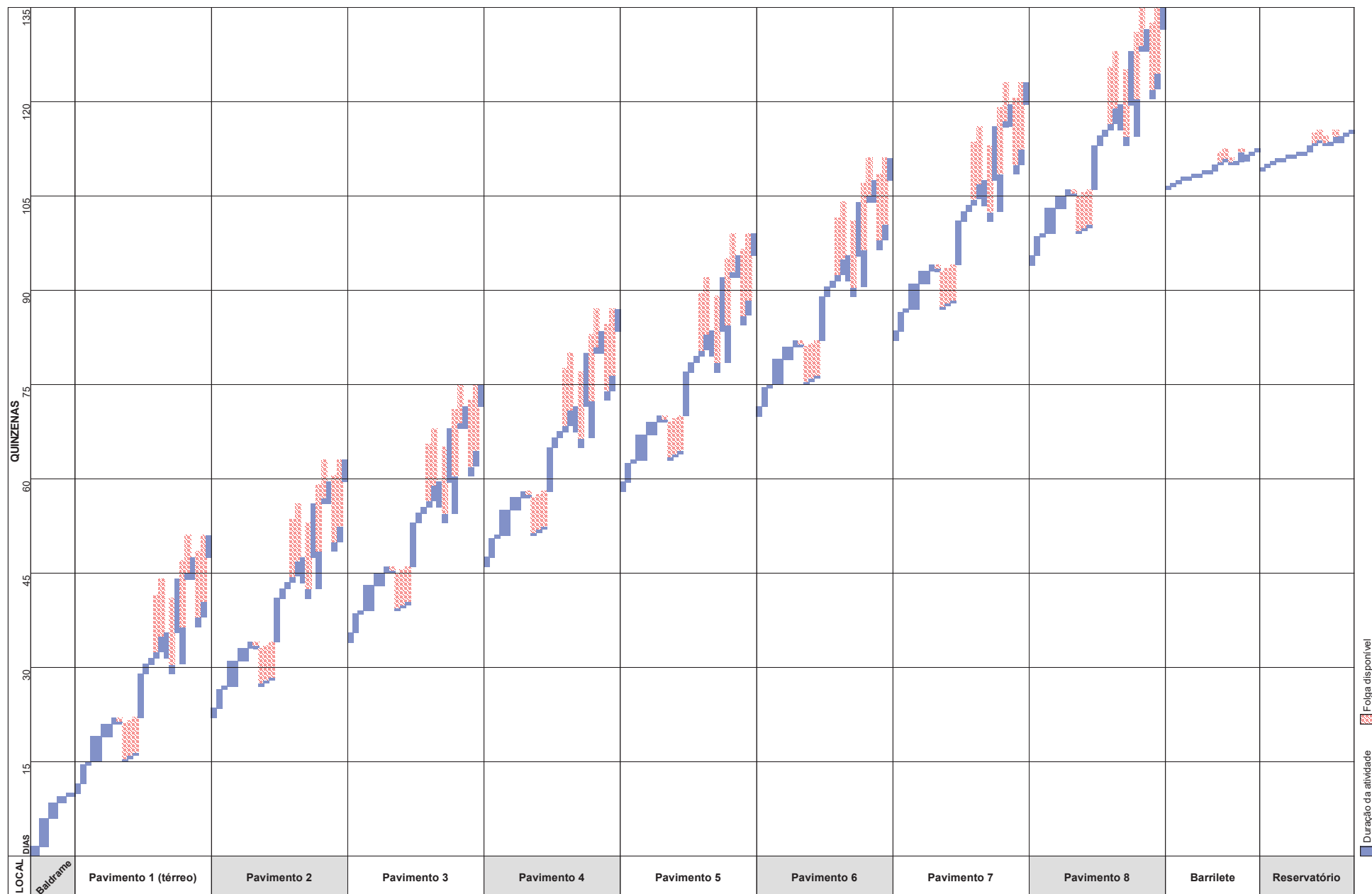
APÊNDICE F – DIAGRAMAS DE GANTT COMPLETOS

Figura 27: Diagrama de Gantt completo para obra com vedação de *drywall*



Fonte: Autora (2019).

Figura 28: Diagrama de Gantt completo para obra com vedação de alvenaria



Fonte: Autora (2019).