

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA ÁREA III
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉ DE SOUZA VIEIRA

**APLICAÇÃO DE KITS PRÉ MONTADOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS EM OBRA DE PAREDE DE CONCRETO**

DEZEMBRO
2019

ANDRÉ DE SOUZA VIEIRA

**APLICAÇÃO DE KITS PRÉ MONTADOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS EM OBRA DE PAREDE DE CONCRETO**

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação Ciência e Tecnologia**

Área de Concentração: Instalações Prediais

Orientador: Prof. MSc. Murilo Ferreira Paranhos

**Goiânia, GO
2019**

V658a Vieira, André de Souza.

Aplicação de kits pré montados de instalações hidrossanitárias em obra de parede de concreto / André de Souza Vieira. – Goiânia : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019.

95f. : il.

Orientador: Prof. MSc. Murilo Ferreira Paranhos.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Instalações hidrossanitárias. 2. Instalações prediais. 3. Concreto. I. Paranhos, Murilo Ferreira (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 696.1

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: André de Souza Vieira

Matrícula: 20131011050360

Título do Trabalho: Aplicação de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias em obra de parede de concreto.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG;
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____;
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG.

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 19 de Dezembro de 2019.



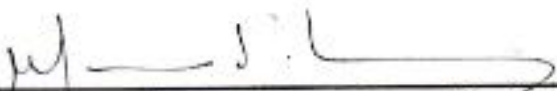
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

André de Souza Vieira

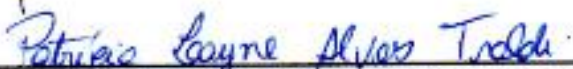
**APLICAÇÃO DE KITS PRÉ-MONTADOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS EM OBRA DE PAREDE DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Civil

Aprovado em 05 de dezembro de 2019:



Murilo Ferreira Paranhos, Msc. (IFG)
(Orientador)



Patrícia Layne Alves Traldi, Dra. (IFG)



Wesley Pimenta de Menezes, Esp. (IFG)

Goiânia, GO

2019

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho representa um grande marco na minha vida. Apesar de todos os esforços para a concluir o mesmo, foi notável a minha evolução durante o processo. Destaco que o período da graduação representou os melhores momentos que já vivi até aqui e agradeço imensamente a todos que fizeram parte disso, dentro os quais destaco:

Meu pai Carlos Alberto Cardoso Vieira e minha mãe Silvia Renata de Souza Vieira que me mostram a cada dia que o amor é imensurável, que me ensinaram os valores da vida e me mostraram o caminho correto a seguir.

Meus irmãos Adriano de Souza Vieira e Marcella de Souza Vieira que representam a minha zona de conforto por sempre me apoiarem. A confiança e o amor do nosso relacionamento são pilares que sempre carregarei comigo.

Meus colegas de curso, em especial a Ricardo Rodrigues, Bruno Porto, Gabriel Fernandes, Marcio Venâncio e Matheus Rodrigues por toda a troca de conhecimentos e pelas incríveis experiências vividas durante esse período.

Por fim, meus professores durante o curso de Bacharelado em Engenharia Civil, em especial à professora Fernanda Posch Rios, que me auxiliou durante todo o desenvolvimento do meu TCC e foi essencial para a qualidade final do mesmo.

RESUMO

APLICAÇÃO DE KITS PRÉ MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS EM OBRAS DE PAREDE DE CONCRETO

AUTOR: ANDRÉ DE SOUZA VIEIRA

ORIENTADOR: MURILO FERREIRA PARANHOS

A engenharia civil tem uma grande importância para o desenvolvimento socioeconômico de um país. A indústria da construção civil sofreu diversas modificações com o tempo, as mesmas ocorrem por diversos fatores como novos requisitos em normas e exigências quanto ao tempo de execução e qualidade do produto impostos pelo próprio mercado. Diante de tal cenário, surge a necessidade de aplicação de novas tecnologias no ramo, como os kits pré-montados de instalações prediais. Este trabalho apresenta-se como uma investigação exploratória com o objetivo de apresentar um estudo de caso em uma obra em que se utilizou os kits de instalação hidrossanitárias, o mesmo se mostra como um facilitador para futuros usuários desse tipo de solução por destacar as adversidades que surgiram durante a realização da pesquisa. Destacou-se a importância do acompanhamento do material por profissionais qualificados, modelos de gestão que podem auxiliar durante o andamento da obra e as vantagens econômicas, ambientais e construtivas do uso de kits industrializados em detrimento do método tradicional.

Palavras Chaves: Construção Civil. Inovação Tecnológica. Material Industrializado.

ABSTRACT

APPLICATION OF PRE-ASSEMBLED KITS OF HIDROSANITARY INSTALLATIONS IN CONCRETE WALL WORKS

AUTOR: ANDRÉ DE SOUZA VIEIRA

ORIENTADORA: MURILO FERREIRA PARANHOS

Civil Engineering has a huge importance for the socioeconomic development of a country. Even existing for many years, the construction industry has been through several changes over time, they occur due to several factors such as new requirements in standards and requirements regarding the execution time and product quality imposed by the market itself. Because of that scenario, there is a need for the application of new technologies in the field, such as the pre-assembled kits of hidrosanitary installations. This paper presents itself as an exploratory investigation with the objective of presenting a case study in a work that were used the hidrosanitary installation kits, as well as a facilitator for future users of this type of solution by highlighting the adversities that emerged during the realization of the research. It was highlighted the importance of the monitoring of the material by qualified professionals, management models that can help during the progress of the work and the economic, environmental and constructive advantages of using industrialized kits over the traditional method.

Keywords: Civil Construction. Technologic Innovation. Industrialized Materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dispêndios nacionais em P&D em relação ao PIB	20
Figura 2: Projeto arquitetônico com simetria longitudinal e transversal	31
Figura 3: Padronização vertical em obras de parede de concreto.....	31
Figura 4: Aplicação da modulação – alinhamento de paredes	32
Figura 5: Modulação – Instalações prediais	33
Figura 6: Instalações prediais em fundação do tipo Radier.....	34
Figura 7: Instalações prediais na fiada 0	35
Figura 8: Espaçador posicionado na tela da parede.....	36
Figura 9: Espaçadores de armadura positiva e negativa na laje	36
Figura 10: Caixa de passagem elétrica 4x2 com travamento na armação	37
Figura 11: Caixas de passagem e quadros com seus respectivos espaçadores.....	38
Figura 12: Instalações fixadas na armação de laje com abraçadeiras de nylon.....	39
Figura 13: <i>Shafts</i> verticais em cozinha e banheiro	40
Figura 14: <i>Shaft</i> horizontal para instalações no teto do banheiro.....	40
Figura 15: Barrilete concentrado	42
Figura 16: Esquema de colunas de distribuição	43
Figura 17: Detalhe isométrico de banheiro.....	45
Figura 18: Ramais de descarga e de esgoto	46
Figura 19: Esquema de instalações de esgoto	47
Figura 20: Aplicação de kits industrializados em obras de alvenaria convencional	51
Figura 21: Mini shafts terminais para instalações hidrossanitárias com PEX.....	52
Figura 22: Apartamento padrão com 41,79 m².....	55
Figura 23: Obra MRV Belle Horizonte	56

Figura 24: Kit fundação banheiro térreo.....	60
Figura 25: Kit alimentação hidrômetro	60
Figura 26: Kit banheiro térreo aptos 101 e 104	60
Figura 27: Kit banheiro térreo aptos 102 e 103	60
Figura 28: Kit cozinha térreo apto 101 e 104	61
Figura 29: Kit cozinha térreo apto 102 e 103	61
Figura 30: Kit Fundação Cozinha Térreo.....	61
Figura 31: Kit Fundação Banheiro Térreo.....	62
Figura 32: Diferentes comprimentos de PEX para os respectivos apartamentos	63
Figura 33: Kit estrutura apto 102-402	64
Figura 34: Instalação do Kit Estrutura 5º PVTO	65
Figura 35: Kit estrutura dreno ar 1-4º pvto.....	66
Figura 36: Kit estrutura dreno ar 5º pvto	66
Figura 37: Kit Estrutura – Dreno Ar.....	66
Figura 38: Passantes de laje envoltos com camada de areia.....	67
Figura 39: Fixadores de laje de diversos diâmetros.	68
Figura 40: Fixadores e passantes posicionados na forma antes da concretagem	69
Figura 41: Kit fechamento apto 01/04 - Banheiro	70
Figura 42: Kit fechamento apto 01/04 – Cozinha/AS	70
Figura 43: Painel demonstrativo do kit de fechamento – água fria	71
Figura 44: Kit fechamento hidrômetro 1-4º pvto	72
Figura 45: Kit fechamento hidrômetro 5º pvto.....	72
Figura 46: Kit Fechamento Hidrômetro 1-4º PVTO	73
Figura 47: Kit fechamento térreo - Banheiro.....	74
Figura 48: Kit fechamento térreo – Cozinha/AS	74

Figura 49: Kit fechamento 2-4º pvto - Banheiro	75
Figura 50: Kit fechamento 2-4º pvto – Cozinha/AS.....	75
Figura 51: Kit fechamento 5º pvto - Banheiro.....	75
Figura 52: Kit fechamento 5º pvto – Cozinha/AS	75
Figura 53: Romaneio para conferência de kits de instalações de esgoto.....	78
Figura 54: Tubulação deformada por conta do contato direto com o sol	80
Figura 55: Diferenciação entre os kits de esgotos montados e o material danificado	80
Figura 56: Demarcação por cores para identificar os kits armazenados.	82
Figura 57: Pannel Kanban utilizado na obra Belle Horizonte.	83
Figura 58: Placas de controle de estoque.....	84
Figura 59: Modelo de prateleira com o sistema “ <i>First In, First Out</i> ”	85
Figura 60: Ferramenta online para controle de estoque.	86
Figura 61: Caderno de apoio utilizado para auxiliar os instaladores.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Inovações tecnológicas desenvolvidas entre 2005 e 2015.....	22
Quadro 2: Modulação em projetos de parede de concreto.....	28
Quadro 3: Programação de envio de kits industrializados utilizada na obra Belle Horizonte..	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.....	48
Tabela 2: Material que compõe os kits instalação de para cada módulo.....	59
Tabela 3: Material que compõe o Kit Ferramentas	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA.....	15
1.2. OBJETIVOS	16
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	18
2.2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.3 DIFICULDADES PARA INTRODUIR INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
2.4 METODOLOGIAS DE GESTÃO	25
2.5 PAREDE DE CONCRETO	26
2.5.1 Projeto	27
2.5.2 Fundação.....	34
2.5.3 Armação	35
2.5.4 Instalações prediais	37
2.5.5 Acabamento	41
2.6 KITS PRÉ-MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	41
3. METODOLOGIA	54
3.1 EMPREENDIMENTO.....	54
3.2 KITS PRÉ-MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS.....	57
4. RESULTADOS.....	58

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS KITS.....	58
4.1.1 Fundação.....	59
4.1.2 Estrutura.....	62
4.1.3 Fechamento.....	70
4.2 GESTÃO DE OBRA	76
4.2.1 Recebimento.....	76
4.2.2 Armazenamento	79
4.2.3 Treinamento.....	86
4.2.4 Validação.....	87
5. CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	92

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil é uma das áreas mais importantes para a evolução socioeconômica de um país, é evidente como o desenvolvimento da construção civil influencia em diversas áreas da economia, aumenta-se significativamente a geração de empregos, possibilita a estabilização da renda e além disso pode acarretar em uma melhor qualidade de vida para toda a população local. Junior (2014) em seu estudo sobre o impacto do Programa Minha Casa Minha Vida na economia brasileira previu a criação de aproximadamente sete milhões de novos empregos e o aumento de cerca de R\$ 63 milhões de reais na renda, direta e indireta, gerada pelo setor da construção civil ao longo de um período de quatro anos.

A construção civil é uma indústria dinâmica e sofre constantes transformações em processos produtivos. Um dos principais avanços notados foi a implantação de critérios para uma melhor organização nos canteiros de obras e a implementação de processos construtivos que consolidam um resultado de melhor qualidade ao final da obra.

Recentemente, a ampliação da concorrência fez com que todos esses processos de evolução construtiva crescessem substancialmente, visto que, hoje em dia é o próprio mercado que praticamente obriga as empresas a implementar novas filosofias de gestão para aumentar a eficiência e eficácia em suas construções, ampliando o nível de competitividade e a qualidade final do produto entregue aos clientes (FRAGA, 2011).

A sistemática de construção industrializada apresenta-se através de processos inovadores na construção civil, tanto no âmbito de instalações prediais (ex. kits pré-montados) quanto no âmbito de sistema construtivo (ex. parede de concreto).

O método construtivo de parede de concreto busca o aumento da eficiência, reduzir o tempo, melhorar a produção e a qualidade final do edifício. Com a utilização da parede de concreto é possível implantar padronização nas obras em prol de garantir um ritmo de trabalho mais dinâmico durante a execução da construção e diminuir irregularidades inerentes aos serviços manuais.

O uso dos kits tem o intuito de agregar à obra características como maior agilidade na instalação, menor geração de resíduos e menor desperdício de materiais. A vantagem do uso de kits de instalações hidrossanitárias pode ser melhor observada em obras em que ocorre grande repetitividade de layouts e modulação, por permitir melhor aproveitamento de material e facilitar a produção dos mesmos.

1.1. JUSTIFICATIVA

Em março de 2009 implantou-se no Brasil o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) com o intuito de incentivar a redução do déficit habitacional do país. Com aumento do investimento para construção de residências de baixo custo, ocorreu o crescimento da quantidade de residências sendo construídas com o método de parede de concreto. A adoção deste tipo de sistema construtivo se justifica quando a obra apresenta grande quantidade de unidades habitacionais, com repetitividade de layout dos edifícios, pequeno prazo de execução e necessidade de viabilização de orçamentos de baixo custo.

Em união com a parede de concreto, tem-se a utilização de soluções modulares, a exemplo dos kits pré-fabricados para instalações prediais. A repetitividade e modulação das plantas residenciais em obras que utilizam esse método construtivo fazem com que seja possível a utilização dos kits, por conta da produção em massa. A redução do tempo de montagem e dos erros decorrentes da instalação se mostram como principais vantagens dos kits em detrimento de métodos tradicionais.

A utilização de métodos tradicionais no setor da construção se mostra ineficaz em diversas situações, Moreira (2010) citou algumas distorções causadas por conta do uso de técnicas ultrapassadas, como por exemplo o desperdício excessivo, a falta de padronização, improvisações de soluções, baixa produtividade na execução de serviços, aumento de estoque, alta probabilidade de erros de execução e desvios de materiais.

Apesar de apresentar benefícios, a utilização de kits pré-montados de instalações prediais é recente e pouco conhecida no mercado da construção civil, que historicamente apresenta grande resistência quanto à utilização de inovações tecnológicas, portanto, o presente

trabalho possui o intuito de apresentar como é feita a utilização dos kits pré-fabricados além de expor as vantagens e pontos à serem melhorados quando utilizados.

1.2. OBJETIVOS

Apresenta-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão que tem o intuito de demonstrar as vantagens e desvantagens da utilização de kits pré-fabricados de instalações hidrossanitárias em obra de parede de concreto.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar o método construtivo de parede de concreto correlacionando a utilização de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias nesse tipo de obra;
- Realizar comparação entre o método construtivo convencional e os kits industrializados de instalações hidrossanitárias;
- Demonstrar o processo de utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias dentro da obra, desde o recebimento do material até a utilização dos mesmos;
- Evidenciar as adversidades identificadas durante o estudo de caso e soluções para evitar as mesmas;

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte maneira:

O capítulo 1, Introdução, apresenta o escopo do trabalho contendo a justificativa para a realização da pesquisa aprofundando os conhecimentos sobre os kits pré-montados de instalações hidrossanitárias, além disso são demonstrados os objetivos (gerais e específicos) deste trabalho.

O capítulo 2, Referencial Teórico, apresenta ao leitor uma base de informações para melhor compreensão do tema proposto. Destaca-se no mesmo a importância das inovações tecnológicas, a dificuldade em introduzi-las no mercado da construção civil, além de demonstrar técnicas facilitadoras para aplicação das mesmas, as metodologias de gestão. Por último, são apresentadas as novas tecnologias tratadas neste estudo de caso: parede de concreto e kits pré-montados de instalações hidrossanitárias.

No capítulo 3, Metodologia, é apresentado como foi realizada a investigação exploratória proposta pelo trabalho, de forma a caracterizar o empreendimento estudado e o estudo realizado com os kits industrializados.

O capítulo 4 apresenta os resultados da pesquisa, de forma a caracterizar os kits que foram utilizados na obra estudada, demonstrar as dificuldades apresentadas no processo de aplicação dos mesmos e propor dicas e soluções para facilitar o uso de soluções modulares.

Por último o capítulo 5 apresenta a conclusão deste trabalho, destacando os principais pontos que foram levantados durante o estudo de caso da utilização de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias em uma obra de parede de concreto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho em questão é uma pesquisa exploratória (pesquisa com o objetivo de descrever uma experiência para o estudo realizado) que tem o intuito de demonstrar as etapas da utilização de kits pré-fabricados de instalações hidrossanitárias em obra de parede de concreto. A utilização de soluções modulares para instalações prediais pode ser considerada uma inovação tecnológica por se mostrar uma evolução do método construtivo tradicional, reduzindo a parcela de atividade a ser realizada e o tempo de produção.

Assim, o referencial teórico iniciou com a verificação dos conceitos de inovação tecnológica, trazendo este pensamento para o âmbito da construção civil, onde foram relatadas as dificuldades de desenvolvimento e aceitação de implementação dessas novas tecnologias. Foram citadas e discutidas algumas inovações, bem como suas contribuições, vantagens e desvantagens. Ao final, foi exemplificada a utilização do método construtivo de Parede de Concreto e as principais características dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias.

2.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Inovação tecnológica é caracterizada como novos e melhores produtos e processos de acordo com Niosi *et al* (1993). Em publicação mais recente Tidd e Bessant (2015) entendem que o termo se caracteriza pela habilidade de estabelecer relações, detectar oportunidades e tirar proveito delas.

Plonski (2005) diferenciou as inovações tecnológicas em duas categorias, produtos e processos. No caso os produtos são bens ou serviços, já os processos são as formas pelos quais os produtos são criados e oferecidos. Ambos os tipos se apresentam como uma desconstrução de métodos tradicionais de forma a apresentar vantagens competitivas em relação aos mesmos.

O desenvolvimento de inovações tecnológicas deve-se basicamente a dois motivos expressados por Andrade (2004, p. 90):

“É possível apontar duas grandes tendências que se propuseram a compreender a questão da inovação no mundo contemporâneo: as correntes econômicas derivadas do

pensamento schumpeteriano¹, e a sociologia construtivista das técnicas, desenvolvida principalmente por Bruno Latour² e que criou espaço para a incorporação da temática nas Ciências Sociais”.

O entendimento que as inovações podem trazer vantagens competitivas e o descontentamento quanto aos processos e produtos utilizados fez com que o mercado se interessasse mais pelo assunto o que resultou no surgimento do movimento da tecnologia apropriada (TA) nas décadas de 1960 e 1970 (Rodrigues e Barbieri, 2008).

A TA propôs critérios para implantação de uma técnica ou processo no mercado, destacando-se itens como a integração com o ecossistema, menor impacto ambiental, autonomia local, baixo custo, utilização de mão-de-obra, capacitação acessível, menor burocracia, adaptabilidade e simplicidade (Abiko, 1980).

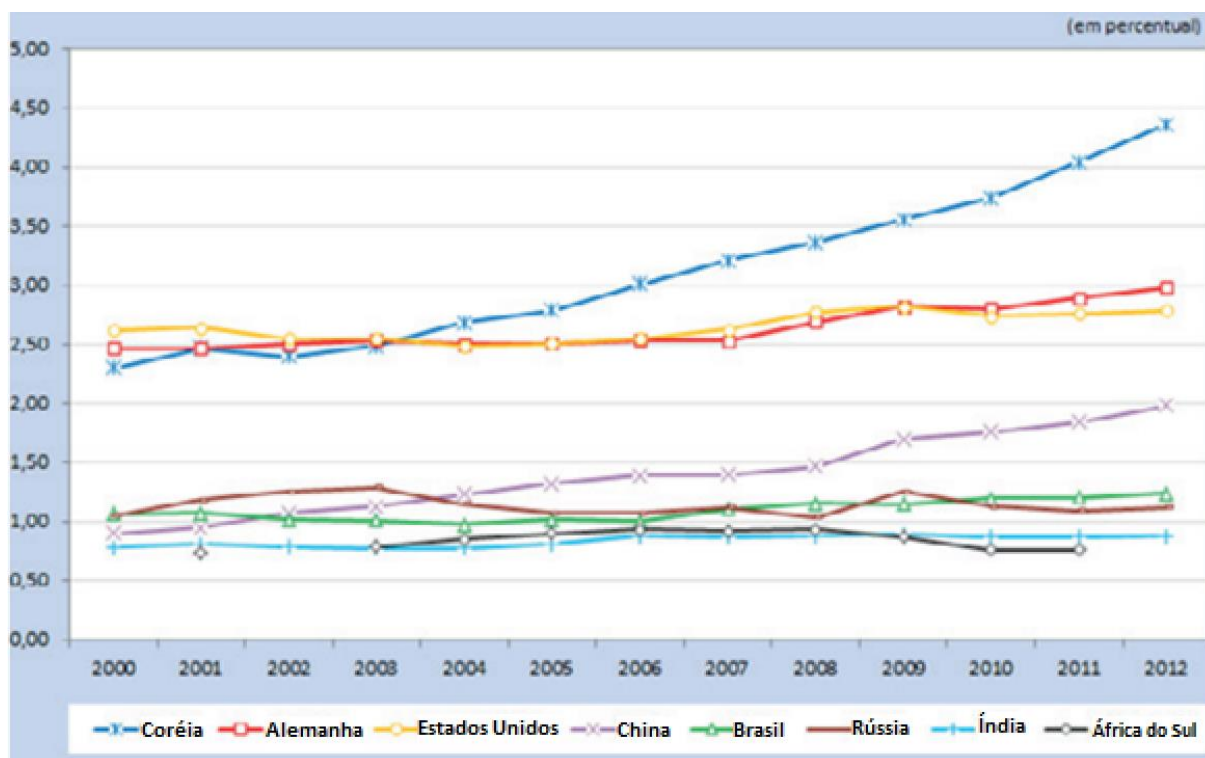
No Brasil o entusiasmo quanto ao assunto aumentou em 2004 quando entrou em vigor a Lei de Inovação Tecnológica (LIT). A LIT veio com o intuito de colocar o país mais competitivo no mercado internacional, Pereira e Kruglianskas (2005) apresentam como os principais objetivos da implementação dessa lei: o desenvolvimento, a tentativa de agregar ao mercado produtos e serviços mais competitivos, além de gerar emprego e renda.

Apesar dos esforços, os resultados do LIT não corresponderam ao esperado e o investimento na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil pouco mudou após o ano de 2004, conforme comprovado na Figura 1.

¹ Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) foi um dos maiores economistas do século 20. Famoso por sua teoria da "destruição criativa" - que sustenta que o sistema capitalista progride por revolucionar constantemente sua estrutura econômica: novas firmas, **novas tecnologias** e novos produtos substituem constantemente os antigos. Apesar da forma com que a inovação acontece, a economia capitalista está, de forma natural e saudável, sujeita a ciclos de crescimento e implosão.

² Latour (1947- ...) adota uma perspectiva construtivista para compreender o processo de produção da Ciência. Processo esse que envolve uma intrincada rede de elementos humanos (cientistas, engenheiros, colaboradores, aliados, discordantes, financiadores, burocratas, o cidadão comum etc.) e não humanos (literatura especializada, laboratórios, máquinas etc.) que podem ser observados em interação contínua.

Figura 1: Dispendios nacionais em P&D em relação ao PIB



Fonte: MCTI, Coordenação Geral de Indicadores (CGIN) – ASCAV/SEEXEC, 2015

Uma das grandes premissas da LIT foi a aproximação das empresas privadas à universidade, o que não ocorreu no Brasil. Em contrapartida, essa união se mostra presente em diversos países e apresenta grandes resultados pois atrelam o poder econômico das empresas, com a capacidade de geração de novas tecnologias dentro das universidades. Mazzoleni e Nelson (2007) demonstraram a grande importância dessa correlação mercado-faculdades e cita casos bem-sucedidos no mundo como no Japão, Coreia do Sul e Taiwan.

O caso do Japão, por exemplo, é bem característico, o país obteve entre os anos de 1948 e 1973 um crescimento econômico *per capita* de 8,2%, algo extraordinário se tratando de países desenvolvidos na época. O crescimento se deve a vários motivos, porém, entre eles é importante citar a aproximação de empresas com universidades com o intuito de cooperação técnica, desenvolvimento do produto e pesquisa e desenvolvimento (Guimarães *et al.*, 2016).

2.2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O mercado da construção civil está em constante modernização. Rohan *et al.* (2016) explicitam que tais inovações nesse mercado são causadas majoritariamente por novas discussões e exigências quanto aos impactos ao meio ambiente, a responsabilidade social e aos aspectos econômicos. Tais mudanças requerem dos profissionais do setor uma alta capacidade de adaptação às novas realidades e à dinâmica do setor.

Segundo a publicação de Soares *et al.* (2016) chamada “Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science” que faz uma análise da produção científica brasileira sobre tecnologia de construção e edificações, os autores levantaram dados de publicações feitas em periódicos e anais de congressos indexados na base de dados *Web of Science (WoS)*. Entre 1982 e 1993 o número de publicações foi ínfimo, variando de 1 a 7 por ano, já entre os anos de 2007 e 2013 houve uma média de 77 publicações ao ano. Tais dados confirmam um crescimento expressivo na quantidade de pesquisa científica no Brasil no âmbito da construção civil, o que implica no incentivo às inovações tecnológicas no setor.

Moura (2015) apresenta um sistema para catalogação de inovações tecnológicas na construção civil. No trabalho o autor separa as inovações quanto ao tipo, de tal forma que são expostas novas tecnologias nos âmbitos de sistemas de estrutura, sistemas de piso, sistemas de vedação, sistemas de cobertura, sistemas de instalação e ferramentas, máquinas ou equipamentos. Algumas dessas inovações desenvolvidas entre os anos de 2005 e 2015 listadas pelo autor são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1: Inovações tecnológicas desenvolvidas entre 2005 e 2015.

Sistema Construtivo	Inovações Propostas
Sistemas de Estrutura	Laje em Steel Deck
	Escoramento de alumínio
	Bubbledeck
	Fôrma-bloco
	Fôrmas para poços de elevador
	Fôrmas metálica para estrutura
	Fôrma auto trepante
	Reservatório Modular
	Suporte para fôrma de viga de bordo ou de laje
	Escoramento ajustável
	Fôrma deslizante
	Laje seca com painel cimentício
	Concreto auto adensável
	Escoramento de trincheira
	Solo grampeado
Sistema de Piso	Concreto permeável
	Impermeabilização projetada
	Pavimento drenante
	Espaçador de cerâmica
	Impermeabilizante líquido
	Piso sobre piso
	Piso reforçado com fibras
	Contrapiso flutuante
	Contrapiso autonivelante
	Membrana EPDM
	Manta anti-raiz
	Manta isolante
	Piso elevado
	Piso plástico modular
	Fixação de tela com argamassa
Sistema de Vedação	Argamassa projetada
	Fachada plástica
	Revestimento em nanocamada
	Paneis de PVC + Concreto
	Painel pré-moldado de concreto e bloco
	Fachada unitizada

Sistema Construtivo	Inovações Propostas
Sistema de Vedação	Painel de concreto com placa de EPS
	Chapa cimentícia
	Fachada ventilada
	Paneis pré-fabricados
Sistema de instalação	Kit hidráulico pré-montado
	Polietileno reticulado (PEX)
	Caixas elétricas chumbadas em peças pré-moldadas
	Aquecedor solar
	Interruptor sem fio
	Esquadria automática
	Fechadura eletrônica
	Automação residencial
Sistema de Cobertura	Telha shingle
	Telhado verde
	Telha de fibra
	Telha de poliéster
	Telha de PVC
	Cobertura de light steel framing
	Telha de concreto
	Telha asfáltica
	Telha de cobre
	Telha de vidro
	Telha de plástico
Ferramenta, Máquina ou Equipamento	Elevador cremalheira
	Desempenadeira mecânica
	Lavadora de pressão
	Niveleta
	Politriz
	Desempenadeira estreita
	Mastro hidráulico
	Mesa voadora
	Pintura airless
	Pórtico rolante
	Grua basculante
	Trena a laser
	Isoweld 300
	Hidrofresa (hydromill)

Fonte: Moura, 2015

É possível notar que muitas dessas inovações citadas por Moura (2015) já fazem parte da realidade da construção civil nos dias de hoje, como por exemplo as lajes em *Steel Deck*, o concreto auto adensável, espaçadores de cerâmica, polietileno reticulado (PEX), telhado verde, trena a laser, entre outros.

No âmbito de instalações prediais, Moura (2015) cita a utilização de polietileno reticulado (PEX), caixas elétricas chumbadas em peças pré-moldadas, aquecedor solar, interruptor sem fio, esquadria automática, fechadura eletrônica, automação residencial e kits hidráulicos pré-montados, destacado desses o último item que foi pesquisado neste trabalho.

Moreira (2010) cita diversas inovações tecnológicas aplicadas às instalações prediais. Primeiramente a autora demonstrou itens que agregam na manutenibilidade das instalações como shafts, instalações sob bancadas aparente, carenagens e coifas de vedação de passagem de tubulações em laje. O termo manutenibilidade refere-se à uma característica de um sistema ou produto quanto à sua facilidade, precisão, segurança e economia para execução de manutenção (Blanchard, 1992).

Materiais novos que surgiram no mercado da construção civil como tubos flexíveis à base de polietileno (PEX), tubos rígidos de polipropileno (PPR) e tubos rígidos produzidos a partir de policloreto de vinila clorado (CPVC) também são listados por Moreira (2010). O último item destacado pela autora são os kits pré-montados para instalações hidrossanitárias, agregando, neste caso, as instalações sanitárias (esgoto) que não foram citadas por Moura (2015), mas estão incluídos neste estudo.

2.3 DIFICULDADES PARA INTRODUIR INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil apresenta uma grande resistência à implantação de novos métodos ou produtos, os motivos para essa relutância são diversos, Abiko (1980) indica o apego aos hábitos culturais quanto as formas de morar e construir, que mudam lentamente ao longo dos séculos como uma das principais razões para pequena aceitabilidade do mercado da construção civil às inovações, principalmente no setor habitacional. Exemplos citados pelo autor são a questão do assentamento de tijolos que mudou muito pouco desde a antiguidade e a

construção de telhados a partir da utilização de estruturas de madeira e telhas cerâmicas, que também surgiu há muitos anos e continua sendo utilizada nos dias de hoje.

Nascimento e Santos (2003) relacionam tal dificuldade de introdução de novos métodos aos riscos e incertezas do mercado quanto à utilização desses processos e/ou produtos inovadores, esse receio faz com que esse tipo de solução passe a ser adotada por um número expressivo de empresas apenas após grande consolidação no mercado.

Outro ponto que dificulta a implementação de métodos inovadores é a falta de gestões eficientes dentro da obra. Rohan *et al* (2016) citam os obstáculos para incorporação de novas tecnologias com o enfoque na questão de gestão de obras, que é um problema recorrente em muitos canteiros do Brasil. Os tópicos destacados pelo autor são:

- Dificuldades para intensificação do emprego de práticas modernas de gestão, métodos racionalizados, industrializados e inovadores de construção;
- Deficiências de projetos/planejamento;
- Deficiências de normatização e padronização;
- Deficiências de coordenação modular dificultando intercambialidade de componentes;
- Deficiências de gestão.

Nota-se, portanto, que a gestão se apresenta como um grande problema nos canteiros de obra do Brasil, e a utilização de metodologias de gestão eficientes pode ser um processo facilitador para a introdução de novas tecnologias à indústria da construção civil.

2.4 METODOLOGIAS DE GESTÃO

Novas tecnologias relacionadas à construção civil são desenvolvidas a todo momento no mundo. As causas que impulsionam o aumento no número de pesquisas sobre o assunto estão relacionadas aos diversos problemas que o setor ainda apresenta como desperdício de insumos, uso de tecnologias inadequadas, falta de organização elaborada para melhor fluxo de materiais, atividades e processos dentro do canteiro de obras. Uma das soluções propostas para

redução desses problemas é a aplicação de filosofias de gestão eficientes no mercado de trabalho (Correia, 2018).

Filosofia de gestão são ideias a serem aplicadas em um ambiente de trabalho que sugere ações com intuito de promover melhorias dentro de uma empresa. Existem diversas filosofias atualmente que são bastante conhecidas como por exemplo o Ciclo *Plan, Do, Check and Action* PDCA) criado por Walter A. Shewart no século 20 ou o *Toyota Production System* - Modelo Toyota de Produção (TPS) (Correia, 2018).

O TPS, criado a partir de estudos de Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, foi desenvolvido no Japão por volta dos anos 1960 e 1970. Esse sistema de produção foi uma união de várias ideias presentes na época e se caracterizou como uma grande revolução no mercado automobilístico. A ideia do *Toyota Production System* vem inicialmente de uma evolução no modelo utilizado pela Ford, com o *benchmarking* que caracteriza uma linha de produção contínua, porém apresentando diversas evoluções como a implementação de técnicas como *Just-in-Time*, Produção Puxada, Kanban, Kaizen, Jidoka e Poke Yoke (Parkes, 2015).

A Construção Enxuta (*Lean Construction*) surgiu em 1992 de princípios citados anteriormente que fazem parte do TPS e segundo Correia (2018) apresenta as seguintes ideias: Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor, aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes internos ou externos, diminuir o tempo de ciclo, simplificar o número de passos ou partes, majorar a flexibilidade de saída, expandir a transparência do processo, focar o controle no processo global, introduzir melhoria contínua no sistema, manter equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões e referências de ponta ou *benchmarking*.

A utilização da Construção Enxuta no mercado pode ser vista em diversos processos atuais e no caso deste trabalho foi analisada a sua utilização no sistema construtivo de parede de concreto e na utilização de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias.

2.5 PAREDE DE CONCRETO

A parede de concreto se mostrou como uma grande inovação no mercado no âmbito de sistema construtivo. Segundo publicação de Misurelli e Massuda (2009) o sistema construtivo

de parede de concreto apresenta benefícios como a produtividade, qualidade e economia e tem como principal característica o fato de a vedação e a estrutura constituírem apenas um elemento.

A norma NBR 16055 (ABNT, 2012) surge para regulamentar esse tipo de construção e define a parede de concreto como “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

Essa metodologia construtiva se aplica apenas a paredes de concreto moldadas *in loco* com fôrmas removíveis. As lajes nesse tipo de construção são concretadas junto com as paredes, e esse sistema agrega todos os outros elementos que farão parte da edificação como detalhes de fachada, armaduras e instalações prediais (elétricas e hidrossanitárias), com exceção às que serão instaladas em *shafts* (ABNT NBR 16055:2012).

A seguir demonstra-se o sistema construtivo de parede de concreto, segmentado nas seguintes etapas: projeto, fundação, armação, instalações prediais, concretagem e acabamento.

2.5.1 Projeto

A fase de projetos, assim como para qualquer método construtivo, é muito importante para uma obra de Parede de Concreto. Um projeto bem feito, com ideias que facilitem a montagem dos painéis *in loco* é essencial para que se concretize um dos principais focos desse tipo de construção, a rapidez. Para se chegar a tal resultado é importante a implementação da coordenação modular em todas as fases desse processo.

A NBR 15873 (ABNT, 2010) estabelece critérios de coordenação modular para edificações. A norma caracteriza no Brasil a modulação decimétrica, ou seja, a dimensão de 10 cm se configura como o módulo mínimo e faz-se preferível a utilização de múltiplos do mesmo em todos os elementos da construção.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2019) apresentou um artigo citando a importância da modulação quando se trata de um sistema construtivo industrializado. As vantagens citadas são:

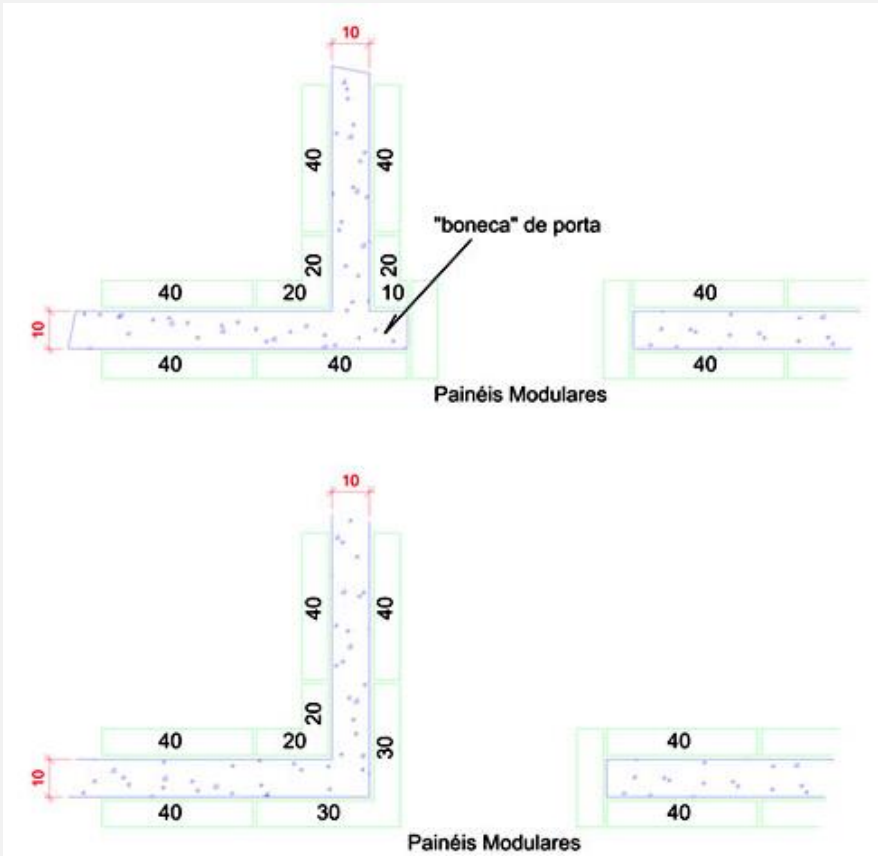
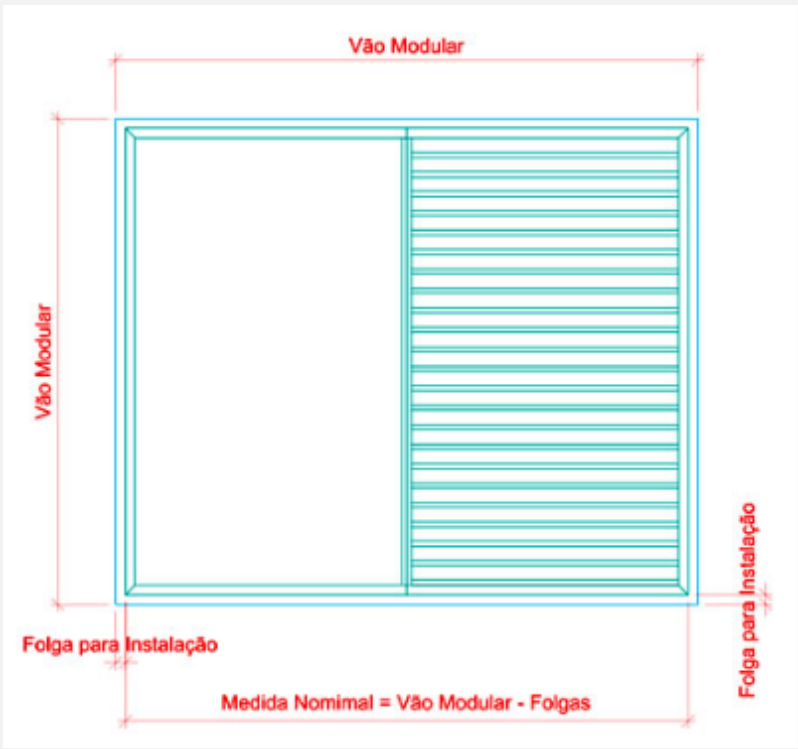
- Auxílio ao trabalho de projetistas, pois os mesmos passam a contar com elementos compatíveis entre si;
- Simplifica a coordenação de projetos por conta da diminuição da variedade de medidas;
- Orienta e simplifica o processo de montagem na obra;
- Permite o uso de equipamentos modulares em vários projetos;
- Facilita o desenvolvimento de novos produtos.

Vale ressaltar que a simetria e padronização apresentadas em obras de Parede de Concreto fazem com que a edificação apresente poucas tipologias, tal característica torna possível a utilização dos kits pré-montados de instalações prediais pois a sua produção se torna mais simples para ser executada em massa.

O Quadro 2, a seguir, representa os pontos levantados para garantir melhor modulação em projetos de parede de concreto.

Quadro 2: Modulação em projetos de parede de concreto

Orientações	Representações gráficas
1. Adotar espessura de 10 cm em todas as paredes. O uso de paredes com espessuras diferentes implica na necessidade de peças especiais ou não moduladas.	The diagrams illustrate the difference between modular and non-modular wall panel layouts. The left column, labeled 'Painéis Modulares', shows two T-shaped wall configurations with standard dimensions: 40 cm for the main horizontal sections, 20 cm for the vertical sections, and 10 cm for the top and bottom horizontal sections. The right column, labeled 'Painel NÃO Modular', shows the same configurations but with non-standard dimensions indicated by 'X' and formulas like '40+X' and '20+X', indicating the need for custom pieces.

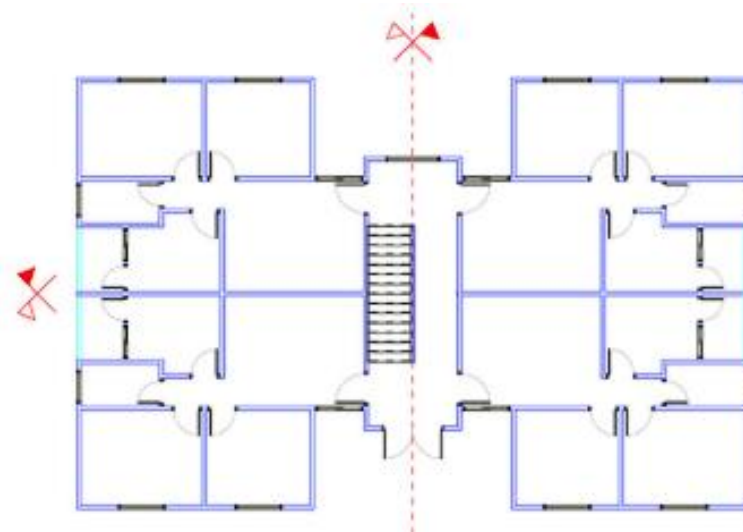
Orientações	Representações gráficas
2. Usar “bonecas” de portas ou janelas de 10 cm ou, se possível, “eliminar” essas bonecas.	
3. As esquadrias deverão ter medidas nominais que considerem as folgas necessárias para instalações, permitindo que os vãos deixados pelas fôrmas sejam múltiplos de 10 cm.	

Orientações	Representações gráficas
4. As lajes também devem ter espessura de 10 cm, permitindo o uso de painéis internos e externos padronizados.	

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2019)

No caso de edificações de múltiplos pavimentos é importante a execução de projetos com apartamentos simétricos nos dois eixos da planta (longitudinal e transversal), conforme indicado na Figura 2, tal prática permite a criação de equipes de montadores de fôrma para montagem de $\frac{1}{2}$ ou até $\frac{1}{4}$ da laje e dificulta a personalização das residências (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2019).

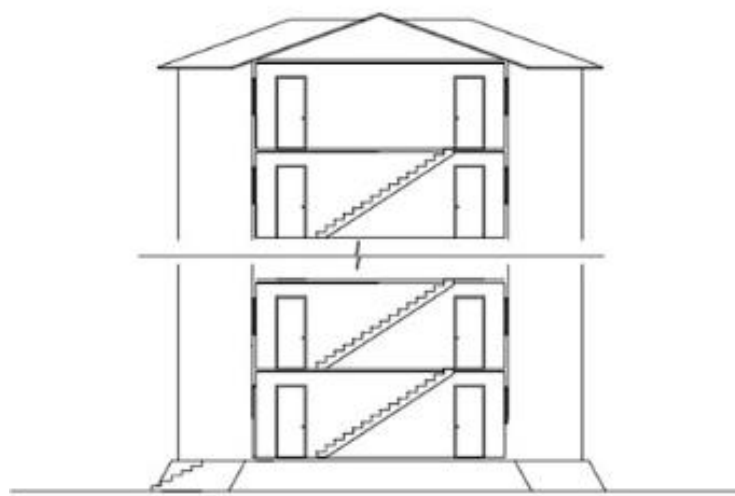
Figura 2: Projeto arquitetônico com simetria longitudinal e transversal



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2019)

A padronização vertical apresenta grandes vantagens em obras de parede de concreto e por isso é sugerido a utilização de projetos “parede sobre parede”, onde os pavimentos pré-tipo e pós-tipo apresentam a mesma ou semelhante disposição de paredes dos pavimentos tipo, conforme indicado na Figura 3. Uma solução para facilitar tal padronização vertical pode ser a segregação de áreas comuns em outra edificação, quanto possível, pois as mesmas geralmente apresentam layouts diferentes dos pavimentos tipo.

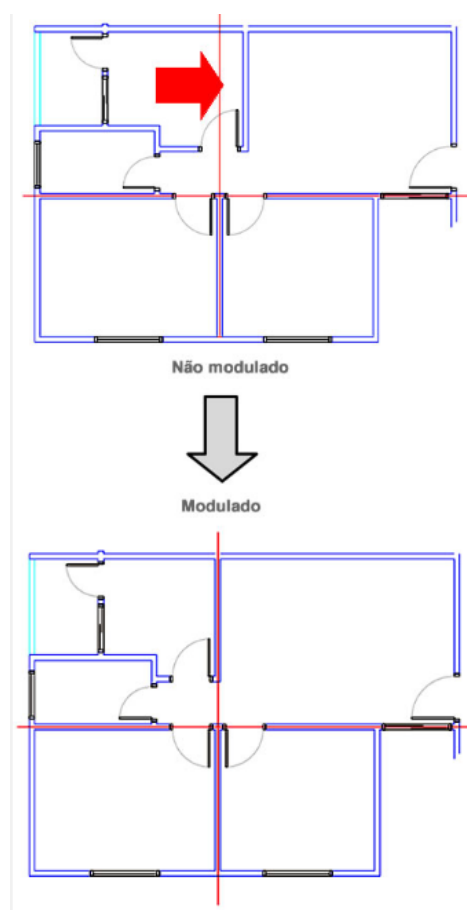
Figura 3: Padronização vertical em obras de parede de concreto



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2019)

O alinhamento de paredes também faz parte da modulação a ser feita em projetos de parede de concreto a fim de se facilitar o posicionamento e alinhamento dos painéis da fôrma, auxiliando tanto na execução quanto na conferência dos serviços. A Figura 4, a seguir, representa como pode ser realizada a modulação a partir do alinhamento de paredes.

Figura 4: Aplicação da modulação – alinhamento de paredes



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2019)

Projetista de instalações prediais que trabalham com obras de paredes de concreto devem se atentar as peculiaridades desse método construtivo também.

Quanto às instalações elétricas embutidas na parede geralmente não há a necessidade de grandes preocupações, pois esta não interfere diretamente na montagem das fôrmas. Já na montagem das instalações elétricas nas lajes deve-se atentar para a redução da quantidade de eletrodutos pois essa atividade é intermediária entre a montagem da fôrma e a concretagem e deve ser feita de maneira rápida, além de se evitar o cruzamento entre os corrugados a fim do

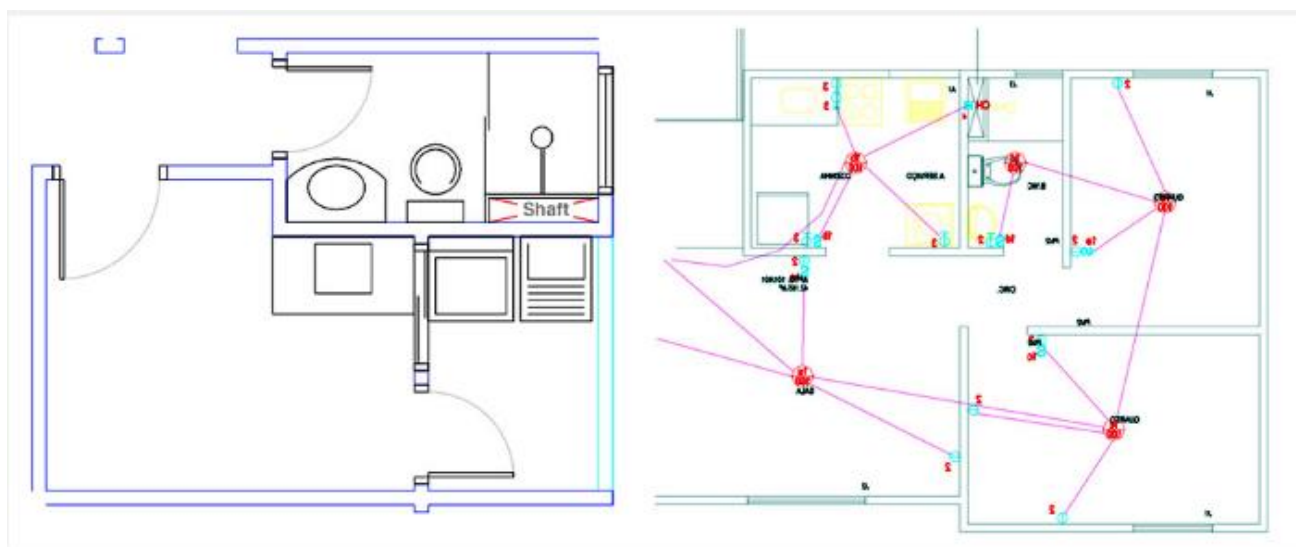
cumprimento do espaçamento proposto pela norma NBR 16055 (ABNT, 2012) e evitar o amassamento dos mesmos, que pode gerar retrabalho.

A NBR 16055 (ABNT, 2012) sugere que as instalações com tubos de grande diâmetro sejam alojadas em shafts, de forma que o embutimento ou não destas nas paredes é de escolha do projetista estrutural, sendo que o mesmo deve levar em conta as exigências de manutenibilidade das instalações hidrossanitárias e elétricas durante toda a vida útil da edificação.

Para evitar uma grande quantidade de locais com shafts dentro de uma edificação, é sugerido o maior agrupamento possível de áreas molhadas (banheiros, cozinhas e áreas de serviço) na construção.

Ainda sobre instalações hidrossanitárias, para maior facilitação durante a montagem das lajes nas obras de parede de concreto, algumas construtoras optam pela não instalação de tubos PVC nessa etapa construtiva, deixando apenas vazios para a passagem de tubulações em PVC e/ou utilizam o PEX para que não ocorra o atraso da atividade de concretagem. A Figura 5, a seguir, demonstra um exemplo de modulação de instalações prediais, onde temos a proximidade das áreas molhadas e a não sobreposição de corrugados na laje.

Figura 5: Modulação – Instalações prediais



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2019)

2.5.2 Fundação

No caso de construções em parede de concreto não existem restrições quanto ao tipo de alicerce utilizado e vale salientar que a escolha do tipo de fundação depende do local do empreendimento e deve considerar a segurança, estabilidade e durabilidade da estrutura. (Misurelli e Massuda, 2009).

Nesse tipo de construção o tipo de fundação mais utilizado é o radier e ela pode ser utilizada de duas maneiras no âmbito de instalações prediais. A primeira é quando as tubulações são posicionadas e dispostas no radier conforme o gabarito específico do projeto de instalação e concretados junto com a estrutura, como demonstrado na Figura 6 (Misurelli e Massuda, 2009).

Figura 6: Instalações prediais em fundação do tipo Radier



Fonte: Revista Técnica (2012)

E a outra opção é a instalação de uma fiada de bloco de concreto sobre o radier, também chamada de “fiada 0”. Ao utilizar essa prática há a colocação de blocos de concreto para a demarcação do local onde serão as paredes da edificação, as instalações elétricas e hidrossanitárias são dispostas sobre o radier e cobertas por uma mistura de terra e brita 0 para auxiliar na fixação dos tubos, ao final realiza-se a concretagem de uma fina camada de concreto.

Esse tipo de prática auxilia na manutenibilidade das instalações. A Figura 7, a seguir, mostra a utilização da “fiada 0” para a montagem das instalações prediais sobre o radier.

Figura 7: Instalações prediais na fiada 0



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

2.5.3 Armação

Em obras de parede de concreto é necessário garantir o posicionamento correto das armaduras entre as paredes e lajes, devendo, portanto, fazer a utilização de espaçadores, que devem ser uniformemente distribuídos, em quantidade suficiente e devidamente instalados de forma a se evitar o deslocamento durante o lançamento do concreto e garantir os cobrimentos estabelecidos pela NBR 16055 (ABNT, 2012). As Figuras 8 e 9, a seguir, demonstram modelos de espaçadores que podem ser utilizados em armações de paredes e lajes, respectivamente.

Figura 8: Espaçador posicionado na tela da parede



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 9: Espaçadores de armadura positiva e negativa na laje



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Outra função para as armaduras em obras de parede de concreto é a fixação das instalações prediais.

2.5.4 Instalações prediais

Após a colocação de todas as ferragens e armações estruturais inicia-se o processo de montagem das instalações prediais, cujos elementos devem ser fixados nas telas de aço das paredes e lajes. A Figura 10 apresenta um modelo de caixa de passagem com ganchos de travamento e tampas vedante.

Figura 10: Caixa de passagem elétrica 4x2 com travamento na armação



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Como esse sistema construtivo apresenta instalações embutidas nas paredes, deve-se atentar também ao espaçamento solicitado em projeto, para isso faz-se necessário a utilização de espaçadores específicos para cada caixa de passagem ou quadro utilizado, conforme indicado

na Figura 11. Para evitar a movimentação dos materiais durante a etapa de concretagem podem ser utilizadas abraçadeiras de nylon ou arame cozido, conforme indicado na Figura 12.

Figura 11: Caixas de passagem e quadros com seus respectivos espaçadores



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 12: Instalações fixadas na armação de laje com abraçadeiras de nylon



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Obras que utilizam Parede de Concreto apresentam como característica bastante comum o uso de *shafts*, por conta da pequena espessura das paredes e lajes exigidas pelo método construtivo é comum a utilização dos mesmos em todas as áreas molhadas. No sentido vertical eles podem ser utilizados em área de banheiro e cozinha (Figura 13), além de ser comum o rebaixamento do forro do banheiro com a utilização de vedações horizontais (Figura 14).

Figura 13: *Shafts* verticais em cozinha e banheiro



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 14: *Shaft* horizontal para instalações no teto do banheiro.



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

2.5.5 Acabamento

Uma das grandes vantagens do método construtivo de parede de concreto entra no mérito do acabamento visto que esse tipo de construção reduz a espessura necessária das camadas de revestimento. Não existem restrições quanto ao tipo de revestimento à ser utilizado, sendo que as únicas recomendações feitas são o cumprimento das especificações do fornecedor de material e o início da etapa apenas após a cura úmida da parede (Misurelli e Massuda, 2009).

A exigência de uma espessura menor de revestimento deve-se à melhor regularização da superfície se tratando do concreto. Misurelli e Massuda (2009) identificam as irregularidades apresentadas em paredes quando utilizado o método de parede de concreto, que são basicamente as junções entre painéis e furos das ancoragens. Os furos de ancoragens são geralmente preenchidos com cimento e areia enquanto as junções de painéis são removidas com espátula após a retirada das formas.

Após a regularização das paredes, as mesmas não necessitam de revestimento de argamassa, é aplicada apenas a pintura ou textura diretamente sobre o concreto acabado. Vale citar que todas as instalações elétricas e hidráulicas podem ser embutidas nas paredes, participando do acabamento apenas os shafts, que geralmente são construídos com *dry-wall* e necessitam apenas a aplicação de pintura ou textura diretamente também.

2.6 KITS PRÉ-MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

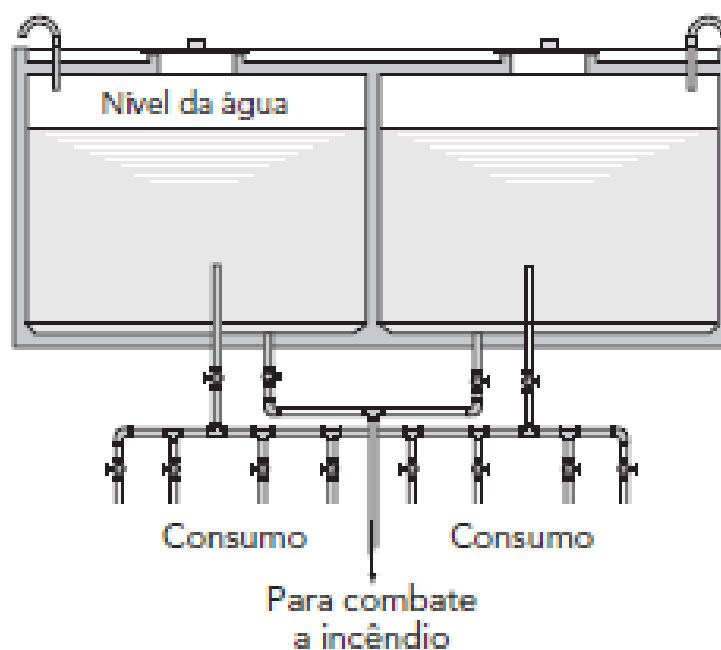
2.6.1. Instalações predial de água fria

A NBR 5626 (ABNT, 1998) é a norma que apresenta exigências e recomendações quanto a projeto, execução e manutenção da rede de distribuição predial de água fria (água a temperatura proporcionada pelas condições do ambiente).

A rede de distribuição predial é o conjunto de tubulações destinadas a levar a água fria aos pontos de consumo de uma edificação, e segundo Júnior (2013) é formada pelos seguintes elementos:

- 1) Barrilete: Tubulações que ligam o reservatório às colunas de distribuição, como na Figura 15.

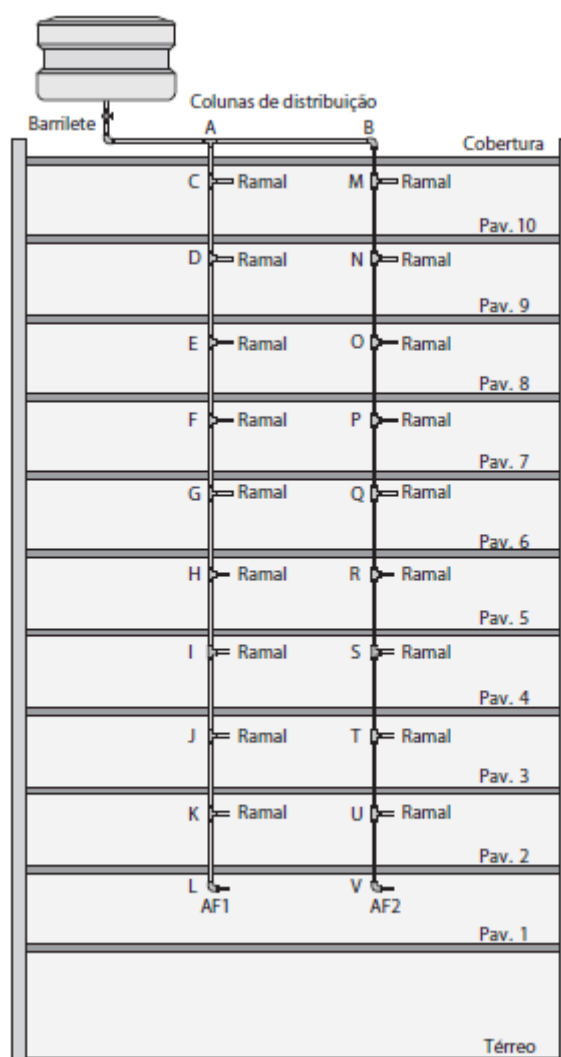
Figura 15: Barrilete concentrado



Fonte: Júnior (2013)

- 2) Colunas, ramais e sub-ramais: As colunas de distribuição (Figura 16) são derivações do barrilete, as mesmas descem em sentido vertical até os ramais de cada pavimento. Dentro do pavimento a tubulação tem mais subdivisões para abastecimento das peças de utilização.

Figura 16: Esquema de colunas de distribuição



Fonte: Júnior (2013)

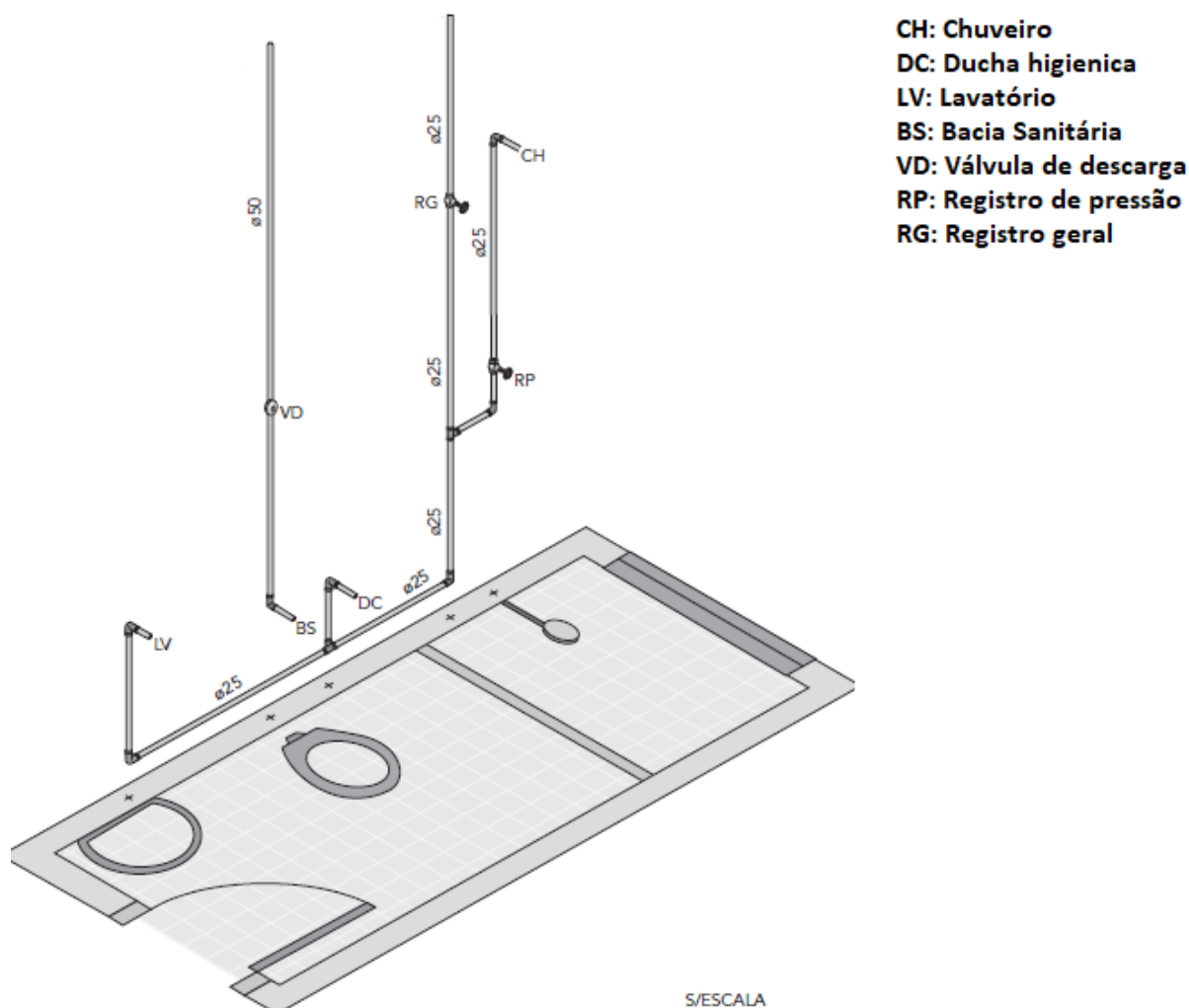
- 3) Dispositivos controladores de fluxo: Engloba torneiras, registros de gaveta, registros de pressão, válvulas e qualquer outro dispositivo destinado a controlar, interromper e estabelecer o fluxo de água nas tubulações.

Para garantir uma boa utilização das instalações de água fria, deve-se considerar durante a etapa de dimensionamento da rede a pressão da água nos pontos de utilização. Júnior (2013) destaca as seguintes pressões à serem consideradas:

- A. Pressão Estática (Pressão sem escoamento): A pressão estática máxima não deve ultrapassar 40 m.c.a., segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998).
- B. Pressão Dinâmica (Pressão com escoamento) – Depende do traçado da tubulação e dos diâmetros adotados para os tubos. A norma NBR 5626 (ABNT, 1998) destaca que a mesma não pode ser inferior a 0,50 m.c.a, porém, vale destacar que devesse evitar pressão excessiva por conta do consumo desnecessário de água.
- C. Pressão de Serviço (Pressão máxima que um tubo conexão, válvula ou dispositivo pode ser submetido): De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998) o fechamento de qualquer peça de utilização não pode provocar sobre pressão em qualquer ponto da instalação que seja maior que 20 m.c.a. acima da pressão estática neste ponto.
- D. Perda de Carga: Diferença entre a energia inicial e final de um líquido durante um trajeto. Pode ocorrer de forma distribuída ou localizada.
- E. Perda de Carga Distribuída: Ocorre ao longo da tubulação pelo atrito da água com as paredes dos tubos, fazendo grande diferença o tipo de material utilizado na tubulação.
- F. Perda de Carga Localizada: Ocorre em conexões como joelhos, têes, curvas e reduções.

A Figura 17, a seguir, apresenta um detalhe isométrico de instalações hidráulicas em um banheiro depois de executado o dimensionamento das tubulações.

Figura 17: Detalhe isométrico de banheiro



Fonte: Júnior (2013)

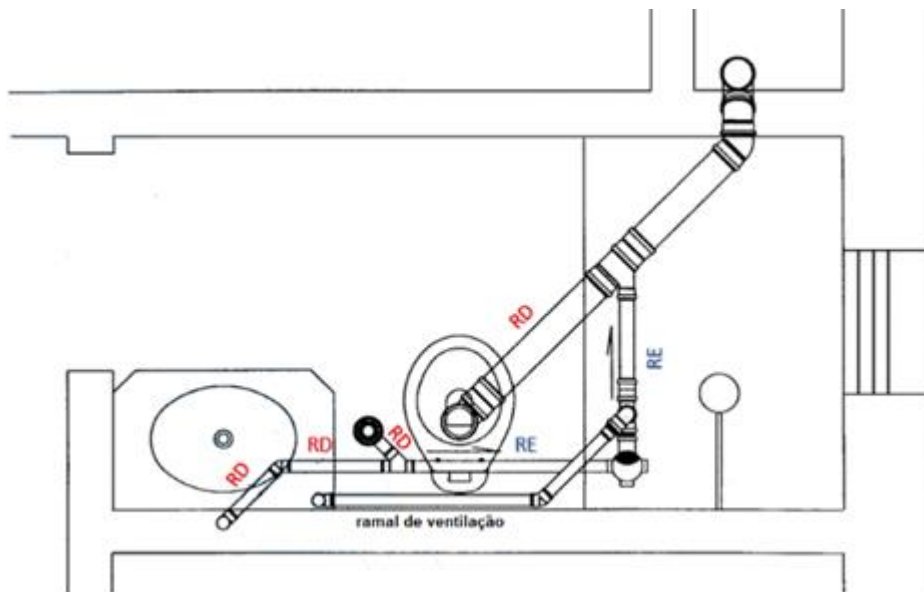
2.6.2. Instalações prediais de esgoto sanitário

A norma NBR 8160 (ABNT, 1999) tem como objetivo apresentar exigências e recomendações para as fases de projeto, execução, ensaio e manutenção de sistemas prediais de esgoto sanitário afim de garantir a higiene, segurança e conforto dos usuários. Segundo a mesma, os componentes do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário são:

- 1) Aparelhos sanitários: recebem os dejetos ou água servida (bacias sanitárias, mictórios e tanques).

- 2) Desconectores: possuem fechos hídricos que evitam passagem de gases para a rede sanitária (sifões, ralos e caixas sifonadas).
- 3) Ramais de descarga e de esgoto: tubulações que recebem a descarga e guiam até as prumadas, como na Figura 18.

Figura 18: Ramais de descarga e de esgoto

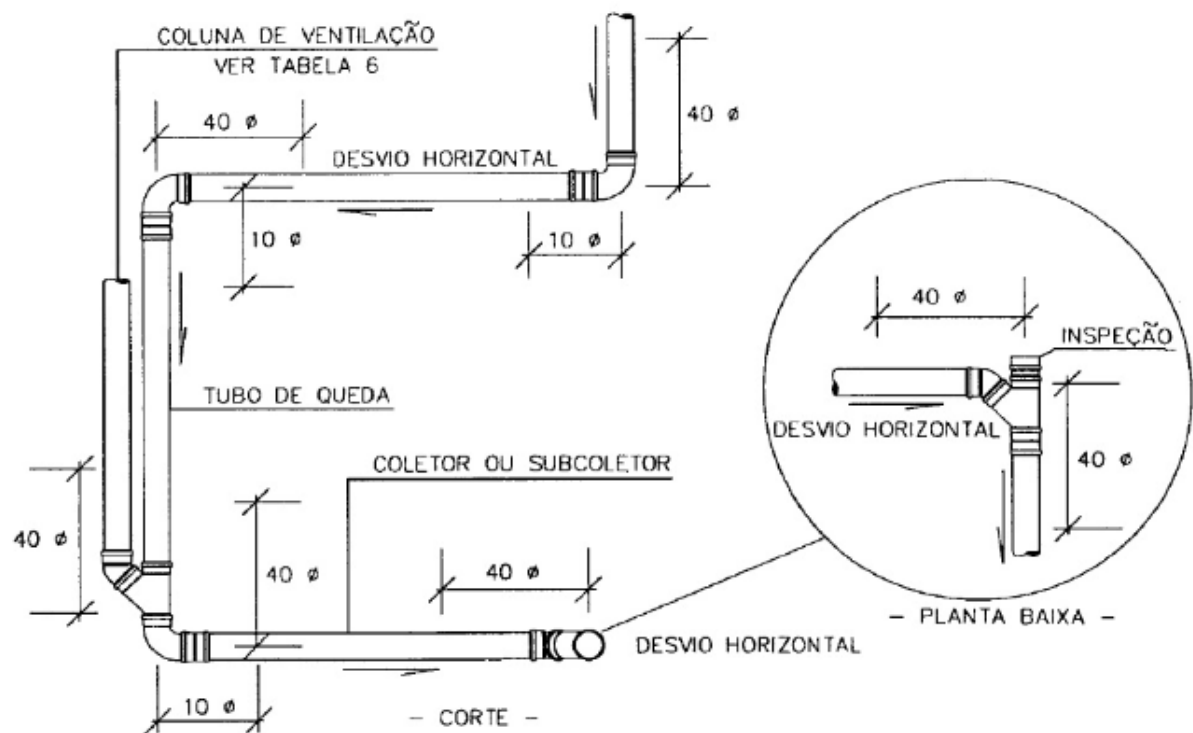


Fonte: Vianna (2013)

- 4) Tubos de queda: recebem as descargas das etapas anteriores, mais conhecidos como prumadas.
- 5) Subcoletores e coletor predial: leva o material das prumadas até as caixas de inspeção e posteriormente ao coletor público.
- 6) Dispositivos complementares: caixas de gordura e caixas de inspeção.

Um esquema de instalações prediais de esgoto sanitário é apresentado na Figura 19, podendo identificar tubulações de ventilação, tubos de queda e coletores.

Figura 19: Esquema de instalações de esgoto



Fonte: Vianna (2013)

Quanto ao dimensionamento das tubulações, a norma NBR 8160 (ABNT, 1999) indica a utilização do método hidráulico ou do método das unidades de Hunter de contribuição (UHC). Em ambos os casos deve-se respeitar os diâmetros nominais mínimos indicado na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: NBR 8160, 1999

2.6.3. Material industrializado

O método construtivo tradicional apresenta diversos pontos a serem melhorados e segundo Ornstein, Ono e Oliveira (2017) sistemas inovadores surgem como opção para redução de déficit habitacional e melhoria de qualidade no mercado da construção. No quesito de

instalações hidrossanitárias, uma das opções apresentadas pelo mercado é a utilização de kits pré-montados.

Segundo estudo de Gnipper (2010) sobre métodos hierarquizados para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários, uma das ferramentas de gestão que podem ser utilizadas para prevenir patologias decorrentes da fase de execução dos sistemas de instalações hidrossanitários é a pré-montagem de trechos de tubulações na forma de kits hidráulicos.

A utilização dos kits industrializados na obra agrega à mesma um pensamento enxuto, ou *lean thinking* por acrescentar características como (Brookfield *et al*, 2004):

- Modularidade;
- Montagem fácil;
- Racionalização de componentes;
- Redução do número de componentes;
- Redução dos tempos de fabricação;
- Qualidade e confiabilidade embutidas;
- Redução de complexidade; e
- Redução do número de operações de produção.

Adicionalmente Moreira (2010) apresenta os kits pré-montados de instalações com o intuito de demonstrar a importância da industrialização dentro do canteiro, a mesma defende que tal mudança pode-se reverter distúrbios causados pelos sistemas construtivos tradicionais, de forma a garantir maior qualidade às instalações.

A industrialização dos materiais pode ocorrer de duas formas: no canteiro de obras ou em fábrica. É sabido que o controle de qualidade é mais acessível em centrais de produção por conta do ambiente controlado e a execução de testes (Moreira, 2010). Tal característica é muito importante para garantir que um bom produto está sendo entregue ao cliente, a NBR 5626

(ABNT, 1998) de instalações prediais de água afirma inclusive que testes de estanqueidade devem ser executados primeiramente por partes e depois globalmente com o intuito de garantir que as instalações estão em boas condições.

Além disso, a utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias, segundo Couto (2014) acarreta em vantagens como a redução dos custos com mão-de-obra, padronização dos serviços, redução do desperdício, maior precisão na quantidade de material necessárias e a facilidade na identificação dos vazamentos e manutenção.

Callera (2011) apresenta como características do processo de utilização de kits industrializados:

- Redução total do desperdício do material hidráulico na obra;
- Eliminação de risco de mau acoplamento de conexões na obra;
- Material montado, testado e com garantia de fábrica;
- Garantia de estanqueidade;
- Diminuição dos itens a serem gerenciados na obra;
- Padronização da obra; e o
- Ganho de tempo na programação de instalações.

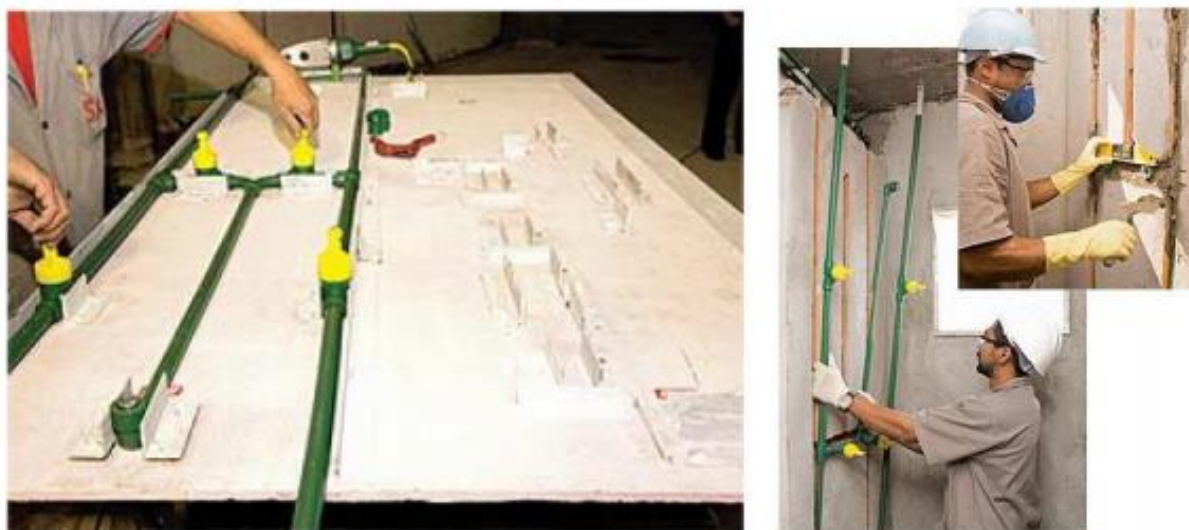
Além disso, a Ambar Tech (2019), empresa fornecedora de kits industrializados de instalações prediais, afirma que, em comparação à utilização de métodos tradicionais, o uso de kits gera 15% de economia nos custos das instalações, maior produtividade, redução da mão de obra em até 40%, eliminação dos resíduos e contribui com a logística e acompanhamento da obra. A empresa ainda acrescenta que os kits eliminam a desorganização na hora de cortar e montar os materiais, o descontrole nas etapas de construção e facilita o processo de compra, diminuindo o variado número de fornecedores no processo de instalações.

A padronização do material entregue a obra também é um ponto muito importante a ser destacado. Tal característica diminui consideravelmente a chance de execução errônea das

instalações garantindo, portanto, exigências das normas NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 8160 (ABNT, 1999), de instalações prediais de água fria e sistemas prediais de esgoto sanitário respectivamente, em que se deve haver rigorosa fidelidade das instalações quanto ao projeto de referência.

Vale destacar que as aplicações de kits industrializados podem ser feitas em obras que utilizam alvenaria convencional (Figura 20), alvenaria estrutural e Parede de Concreto.

Figura 20: Aplicação de kits industrializados em obras de alvenaria convencional



Fonte: Barbosa, 2008

Apesar de poderem ser utilizadas em outros tipos de obras, o uso dos kits industrializados é facilitado em obras de Parede de Concreto, o principal motivo é a repetitividade de layouts em empreendimentos que utilizam esse método construtivo, que facilita do processo de produção.

A utilização de PEX com os kits pré-montados de instalações hidrossanitárias é bastante coerente pois, além da mitigação do tempo de montagem, o material apresenta vantagens como a redução da quantidade de conexões e diminuição da chance de vazamento (Nakamura, 2012).

Quanto ao método construtivo de parede de concreto a montagem da laje é uma etapa da construção que requer rapidez de montagem e quando se trata de obras em que as equipes estão bem coordenadas e a execução apresenta um bom desempenho e regularidade é possível

realizar concretagens todos os dias de serviço da semana, portanto a utilização de tubulações PEX se mostra coerente. Em uma obra de parede de concreto, a montagem das instalações da laje apresenta-se como uma das atividades que possui menor tempo disponível para execução pois é uma das últimas etapas executadas e ocorre geralmente quando o caminhão de concreto já está no canteiro de obras para ser utilizado.

Para possibilitar o uso exclusivo de PEX, o mercado desenvolveu novos materiais adaptados à situação. Na Figura 21 a seguir, tem-se um mini *shaft* terminal, o produto se assemelha às caixas 4x4 utilizadas em obras de parede de concreto (apresentadas no item 2.5.4 deste trabalho) com a diferença que existe o espaço adequado para colocação de registros.

Figura 21: Mini shafts terminais para instalações hidrossanitárias com PEX.



Fonte: Ambar Tech (2019)

Quanto aos kits pré-montados, por se tratar de um material que não é comumente utilizado no mercado de trabalho, profissionais da construção civil costumam apresentar dificuldades no processo de adaptação com o método, Campos Filho (2004) demonstra que tal problema é recorrente e pode afetar diretamente a qualidade da obra. O mesmo afirma que:

“A ausência da repetição das habilidades e a falta da avaliação da compreensão de todo contexto da execução do serviço antes da execução final do mesmo podem ocasionar erros de montagem, má qualidade no produto final, grande desperdício de material, aumentando o custo da edificação e baixando a produtividade. O que se deveria fazer é um treinamento de qualidade, que torne o trabalhador apto a montar o kit hidráulico rapidamente, com qualidade e sem erros, já no início de seus trabalhos na obra”.

Este trabalho se apresenta como um facilitador para que futuros utilizadores de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias tenham acesso a como funciona uma obra que fez uso deste método. Neste foi apresentado um exemplo de aplicação dos kits em uma obra de Parede de Concreto na cidade de Valparaíso de Goiás/GO.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho contempla estudo de caso e se inicia com uma investigação exploratória, pelo fato de envolver duas tecnologias já aplicadas na construção civil, as paredes de concreto e o uso de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses. No entanto foi desdobrada em uma pesquisa, com exposição dos principais conceitos e técnicas do uso de kits de instalações hidrossanitárias, indicando suas vantagens econômicas, sociais e ambientais relacionadas ao aumento da eficiência nos canteiros de obras utilizados na atualidade. Foram estabelecidas correlações com os modelos e sistemas construtivos tradicionais, com o compromisso de elaborar um contexto histórico que explique a necessidade de mudança de paradigma e justifique a importância da busca por modelos mais eficientes. Foram identificados e discutidos os fatores que contribuíram para o atual destaque destas tecnologias, identificando as raízes do sucesso e suas limitações.

3.1 EMPREENDIMENTO

A escolha do empreendimento se deu por conta da utilização do método construtivo de paredes de concreto e dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias, além das etapas de construção que estavam vigentes durante o período da pesquisa.

A obra em questão está localizada no município de Valparaíso de Goiás/GO e caracteriza-se como um condomínio residencial construído para atender uma população de baixa renda, o mesmo possui vinte e dois blocos padrões executados com o método construtivo de parede de concreto. A maior parte dos blocos, vinte deles, possuem cinco pavimentos enquanto apenas dois possuem quatro pavimentos. Em todos os blocos cada pavimento engloba quatro apartamentos.

A empresa responsável pela construção é a MRV Engenharia e a obra foi nomeada como Parque Belle Horizonte. A empresa Ambar Tech foi a responsável pelo fornecimento dos kits pré-montados de instalações prediais, a mesma ainda disponibiliza um funcionário para acompanhamento do material no canteiro de obras e realização de treinamentos.

A obra conta com uma área total de empreendimento de 27.518,73 m² e com um total de 432 unidades habitacionais de 41,79 m², sendo cada uma delas possui 02 quartos. A Figura 22 apresenta parte da planta de um apartamento padrão, enquanto na Figura 23 é demonstrada a planta de implantação do empreendimento.

Figura 22: Apartamento padrão com 41,79 m².



Fonte: MRV Engenharia (2019)

Figura 23: Obra MRV Belle Horizonte



Fonte: MRV Engenharia (2019)

3.2 KITS PRÉ-MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Neste trabalho foi executada uma pesquisa com o objetivo de apresentar os processos para aplicação e utilização de kits pré-montados de instalações sanitários, para tal fim foi apresentada a aplicação kits industrializados na obra MRV Belle Horizonte.

Primeiramente apresentou-se todos os kits que foram utilizados na obra Belle Horizonte, indicando em quais apartamentos os mesmos foram instalados. Nesta etapa foram caracterizadas as etapas construtivas que são utilizadas cada kit e o tipo de material que compõe cada uma dessas fases.

Diante da experiência de utilização dos kits de instalações foi possível reunir informações que contribuem para a definição de etapas no processo de gestão desta tecnologia em obras da construção civil. Dentro disso, demonstrou-se as etapas de recebimento, armazenamento e validação dos kits pré-montados de forma a destacar atividades que podem facilitar o manuseio da solução industrializada.

Por último destacou-se quais as vantagens e desvantagens do uso dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias na obra em detrimento da utilização do método tradicional.

4. RESULTADOS

Este capítulo visa caracterizar os kits utilizados na obra Belle Horizonte, destacando os diferentes módulos e tipos de materiais utilizados. Além disso foi demonstrada a gestão da obra, destacando etapas como o recebimento, armazenamento, treinamento e validação do material.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS KITS

Foram definidos três diferentes módulos (tipologias) de kits hidrossanitárias: Fundação, Estrutura e Fechamento. Módulos são subdivisões dos kits em etapas construtivas de forma a facilitar a logística de entrega e utilização do material, podendo haver mais tipologias dependendo do que a obra pretende executar utilizando as soluções industrializadas.

Os kits de fundação foram utilizados nas instalações dos radiers de cada bloco, sobre a fiada “0”, sendo que o material utilizado nessa etapa foi o PVC.

Já na etapa de estrutura, a proposta de utilização dos kits é nas instalações integradas a concretagem (paredes e lajes) e no caso da obra Belle Horizonte foi composto por tubulações de PEX e PVC, destinadas para as instalações de água fria em lajes e paredes, respectivamente. Quanto às instalações sanitárias, apenas compõem os kits passantes e fixadores, que são materiais destinados exclusivamente à etapa de estrutura.

Na etapa de fechamento o produto foi destinado às instalações de pré-finalização, compondo nessa fase os sub-ramais de água fria/quente, as placas pluviais de esgoto e os *shafts* de cozinha e banheiro.

A seguir tem se uma representação de quais kits fizeram parte de cada módulo da obra Belle Horizonte, como foram feitas suas subdivisões e o material que compôs cada kit. Vale ressaltar que todas as etapas construtivas apresentam um “Kit Instalação” com materiais que possibilitam a instalação de um bloco da edificação. A composição dos kits instalação de todos os módulos está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Material que compõe os kits instalação de para cada módulo

Fundação		
Material	Água Fria	Esgoto
Adesivo PVC 850G	1	1
Solução preparadora 200ML	5	5
Pasta lubrificante 1000G	-	1
Estrutura		
Material	Água Fria	Esgoto
Adesivo PVC 175G	2	-
Solução preparadora 200ML	1	-
Lixa d'água	2	-
Vedárosca 18MM 25M	4	-
Fechamento		
Material	Água Fria	Esgoto
Adesivo PVC 175G	10	-
Adesivo Aquatherm 175G	3	-
Solução preparadora 200ML	3	3
Lixa d'água N100	10	10
Fita Perfilada 17x30	60	50
Arruela Conica MET 23MM	600	800
Prego X-GN 27MM	600	800
Pasta lubrificante 1000G	-	2
Abraçadeira perfil U 100MM	-	18
Adesivo PVC 850G	-	2

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4.1.1 Fundação

a) Fundação - Água Fria

O material de fundação para água fria contempla as peças localizadas no piso do apartamento térreo e a alimentação do hidrômetro no hall do bloco. Na Figura 24 é apresentado o kit utilizado nos banheiros térreos da obra, já na Figura 25 tem-se o material utilizado para conectar o fornecimento de água fria do condomínio com os hidrômetros de medição individualizada de cada pavimento.

Figura 24: Kit fundação banheiro térreo

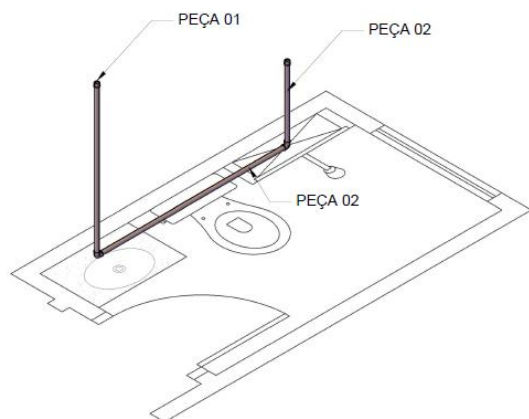
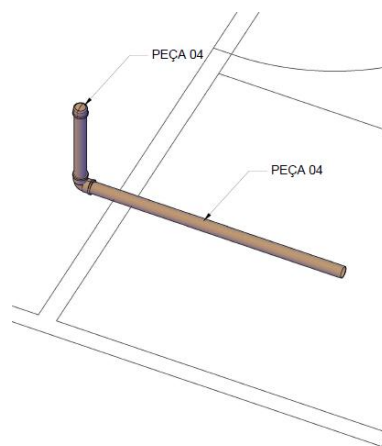


Figura 25: Kit alimentação hidrômetro



b) Fundação - Esgoto

Os kits de fundação para esgoto garantem a conexão das colunas de descida de esgoto de toda a edificação até as caixas de inspeção de esgoto, localizadas fora do bloco. Nas Figuras 26 e 27 são apresentados os kits utilizados nos banheiros térreos das edificações, enquanto nas Figuras 28 e 29 tem-se o material destinado para as cozinhas térreas. Nota-se que nesse caso faz-se necessária a diferenciação dos kits que devem ser usados nos apartamentos 101 e 104 ou nos apartamentos 102 e 103 por conta da direção que as tubulações devem estar posicionadas.

Figura 26: Kit banheiro térreo aptos 101 e 104

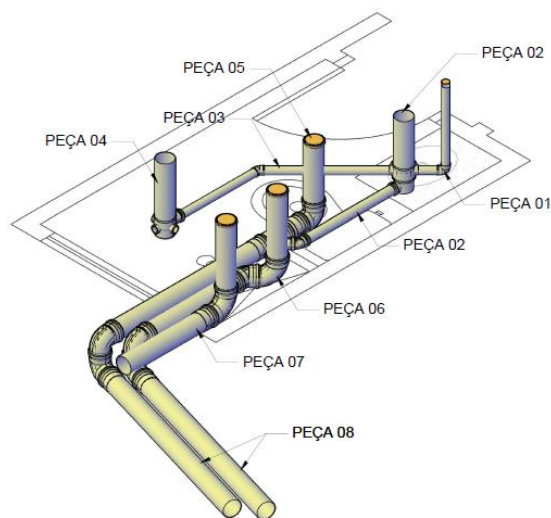


Figura 27: Kit banheiro térreo aptos 102 e 103

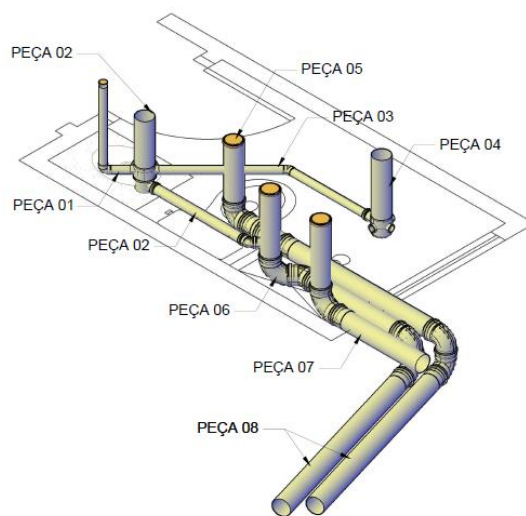


Figura 28: Kit cozinha térreo apto 101 e 104

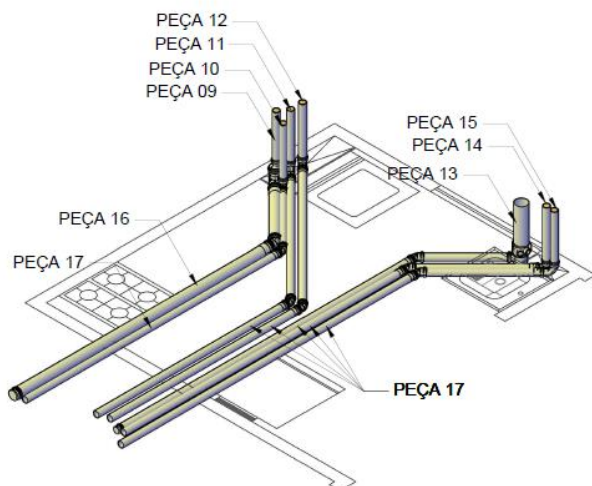
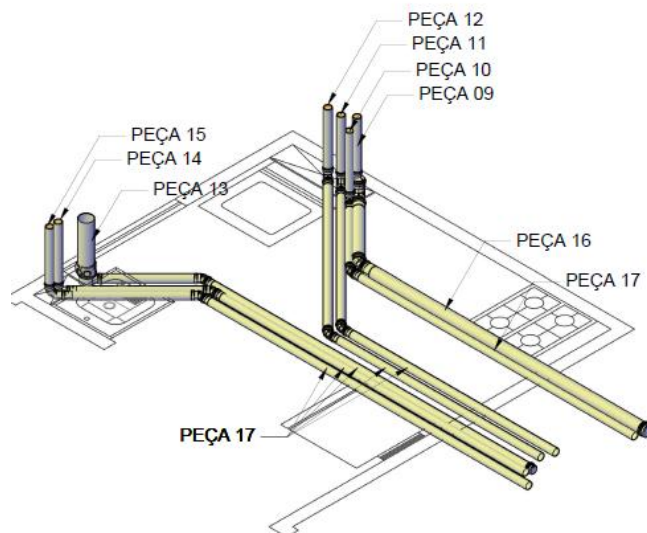


Figura 29: Kit cozinha térreo apto 102 e 103



Na Figura 30 é apresentado um “Kit Fundação Cozinha Térreo” instalado no radier da obra Belle Horizonte, enquanto na Figura 31 tem-se o “Kit Fundação Banheiro Térreo” também já executado.

Figura 30: Kit Fundação Cozinha Térreo.



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 31: Kit Fundação Banheiro Térreo



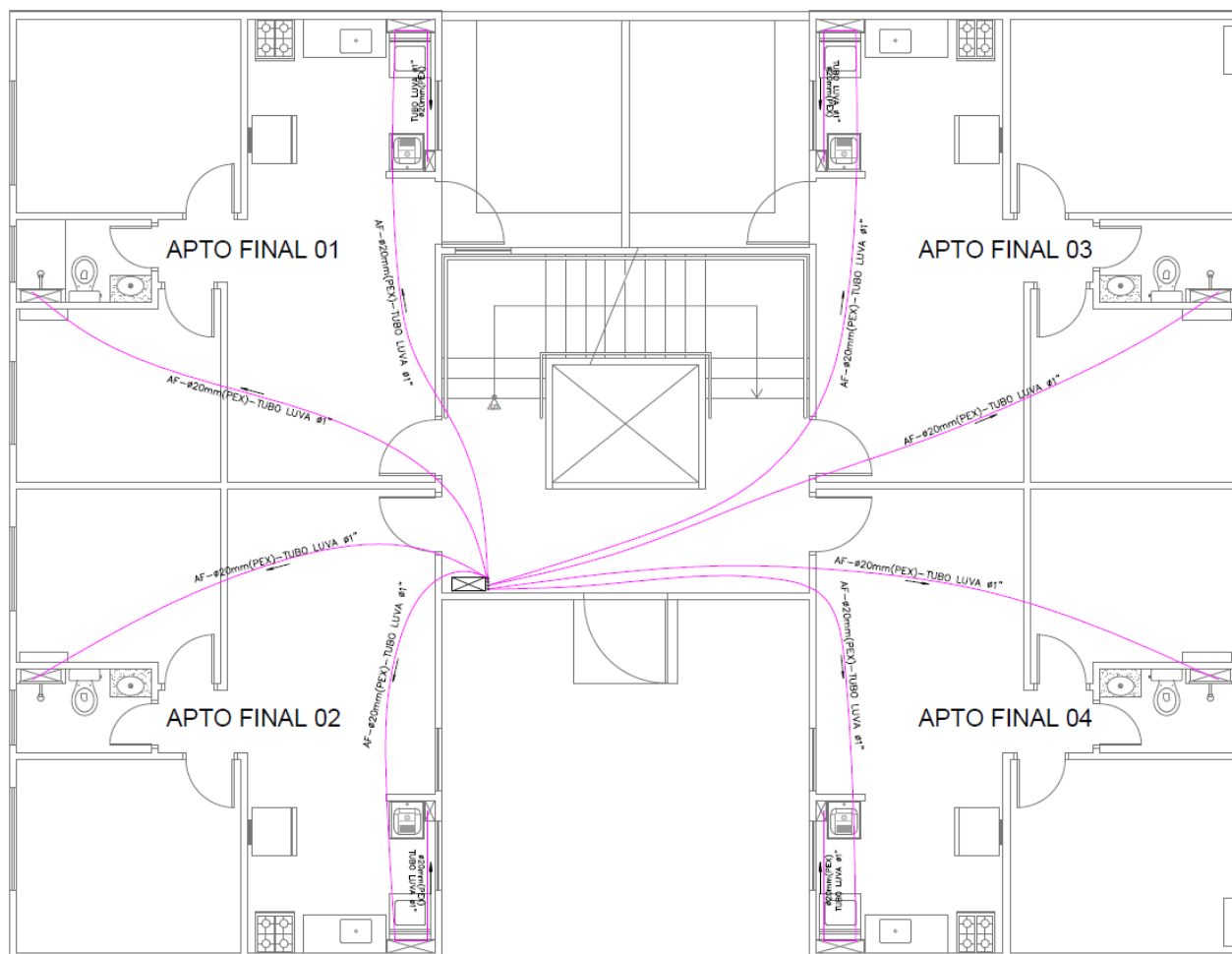
Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4.1.2 Estrutura

a) Estrutura - Água Fria

A maioria das peças componentes dos kits de estrutura água fria são mangueiras PEX, que são utilizadas na laje da edificação. Nota-se através da Figura 32 que as tubulações possuem diferentes comprimentos dependendo do apartamento que será utilizado por conta da posição do hidrômetro no hall da edificação.

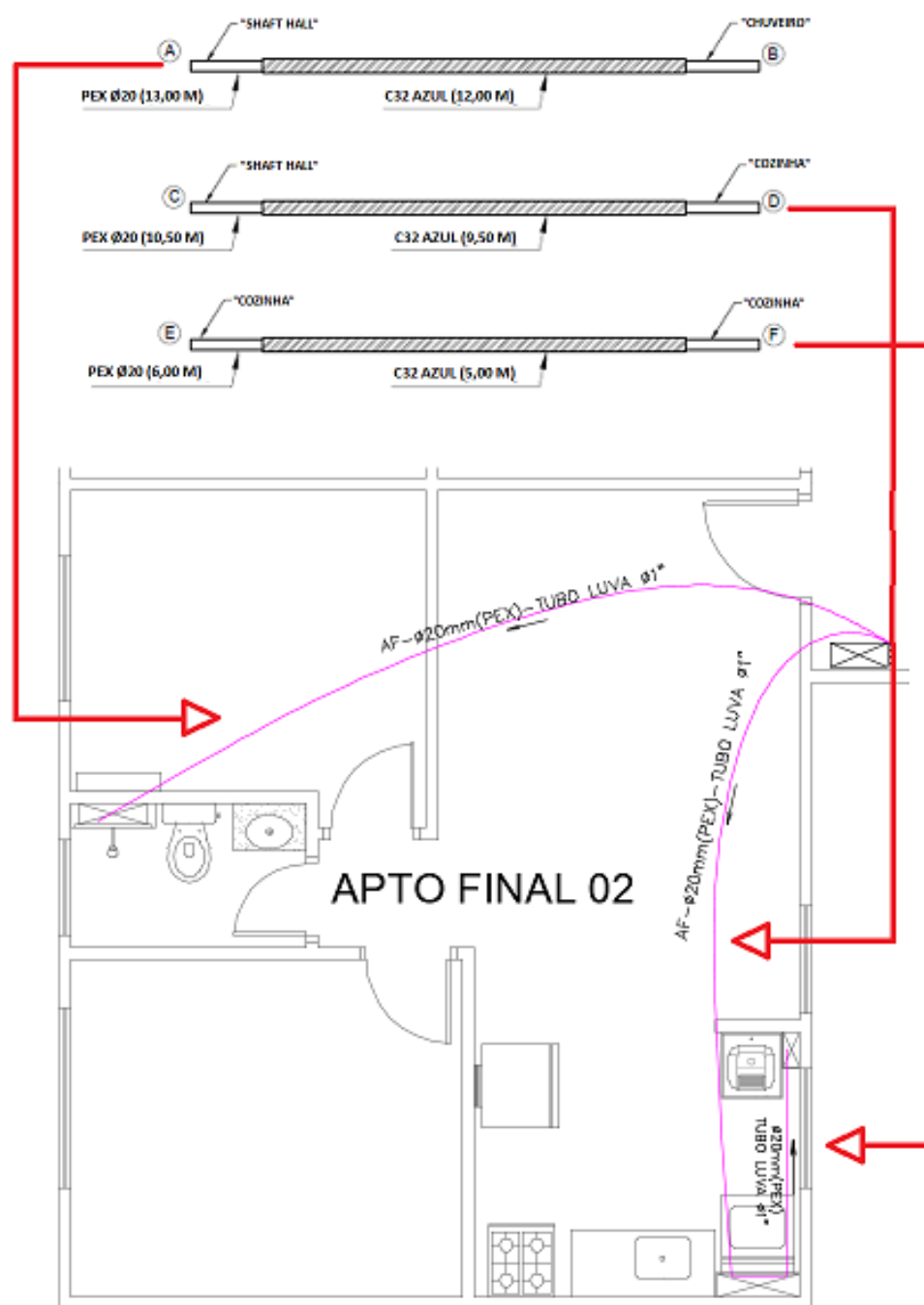
Figura 32: Diferentes comprimentos de PEX para os respectivos apartamentos



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Nota-se também através da Figura 32 que cada apartamento possui três trechos de tubulações, na Figura 33 pode-se identificar o comprimento de cada trecho para os apartamentos com final 02, excetuando-se o último pavimento.

Figura 33: Kit estrutura apto 102-402



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Para evitar danos à tubulação da cobertura por conta de perfurações durante a instalação do telhado, fez-se a instalação desses tubos sobre a laje (não embutido). Por conta da maior exposição a intempéries o projetista optou por utilizar o PEX de diâmetro de 25mm, ao invés

do diâmetro de 20mm, utilizado nos outros pavimentos, porém o comprimento dos tubos foi mantido. Na Figura 34 é representada a instalação de um “Kit Estrutura 5º PVTO”.

Figura 34: Instalação do Kit Estrutura 5º PVTO



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Na Figura 35 é demonstrado o kit utilizado para os drenos dos aparelhos de ar-condicionado dos apartamentos do primeiro ao quarto pavimento, o mesmo é composto por tubulações de PVC e tem diferenciações para os apartamentos do último pavimento, conforme a Figura 36.

Figura 35: Kit estrutura dreno ar 1-4º pvto

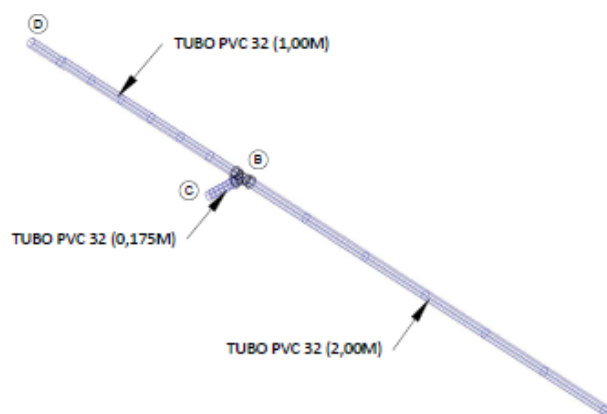
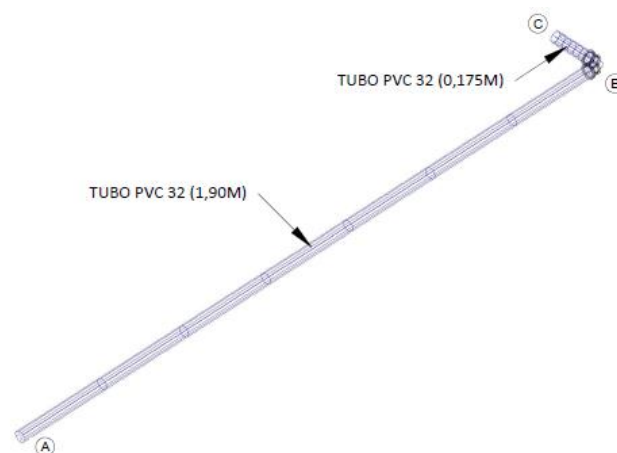


Figura 36: Kit estrutura dreno ar 5º pvto



O Kit Estrutura – Dreno Ar está apresentado na Figura 37. É importante observar que ele é constituído por duas tubulações de modo a ser suficiente para a captação de água proveniente dos dois aparelhos de ar condicionado que poderão vir a ser instalados em cada um dos quartos.

Figura 37: Kit Estrutura – Dreno Ar



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

b) Estrutura - Esgoto

Como já citado anteriormente, obras em parede de concreto geralmente possuem paredes de pequena espessura, o que torna quase impossível o embutimento de tubulações de esgoto nas mesmas. No caso, não existiu nenhuma tubulação nessa situação na obra Belle Horizonte e os kits de estrutura de esgoto se resumem aos passantes/fixadores.

Passantes são pequenos pedaços de tubos PVC colocados na laje antes da concretagem, a sua função é garantir um espaço para a passagem de tubulação que interliga os dois pavimentos. Na obra foram utilizados tubos envoltos com uma camada de areia, conforme a Figura 38, tal prática visa aumentar a aderência do concreto com o material de forma a evitar-se vazios na concretagem.

Figura 38: Passantes de laje envoltos com camada de areia.



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Fixadores (Figura 39) têm a função de posicionar e fixar os passantes no local correto para que eles não movam durante a concretagem. Para utilização dos mesmos deve-se fazer a perfuração da fôrma com uma furadeira, vale ressaltar a importância dessa etapa visto que todas as concretagens da obra seguiram esse gabarito por conta de a forma ser metálica.

Figura 39: Fixadores de laje de diversos diâmetros.



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Na Figura 40 é apresentada a laje de um banheiro da obra antes de ser concretada, com os passantes e fixadores devidamente colocados.

Figura 40: Fixadores e passantes posicionados na forma antes da concretagem



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Conforme apresentado anteriormente na Tabela 2, este módulo não apresenta um kit instalação pois para a utilização dos passantes e fixadores é necessário apenas realizar a perfuração da forma antes da primeira concretagem. Neste caso é fornecido um kit ferramentas contendo os materiais indicados na Tabela 3.

Tabela 3: Material que compõe o Kit Ferramentas

Kit Ferramentas	
Material	Quantidade
Chave esg. Posicionador	1
Porcarebite esgoto	70
Plug esgoto	40
Rebitadeira	1

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4.1.3 Fechamento

a) Fechamento - Água Fria

Os kits de fechamento de água fria contemplam as tubulações dos *shafts* localizados nos apartamentos assim como as saídas de água e registros presentes no seu interior. Na área comum dos pavimentos de cada bloco estão as peças que fazem parte da caixa de hidrômetros de cada pavimento.

Por conta do pouco volume de tubos e conexões necessários para realização das instalações de água fria de um apartamento completo, o kit destinado a essa etapa contemplou o material para as instalações de banheiro e cozinha/área de serviço, conforme apresentado nas Figuras 41 e 42 para os apartamentos com numeração final 01 e 04 (os apartamentos com numeração final 02 e 03 apresentam configuração semelhante, apenas contendo conexões posicionadas em direções opostas).

Figura 41: Kit fechamento apto 01/04 -
Banheiro

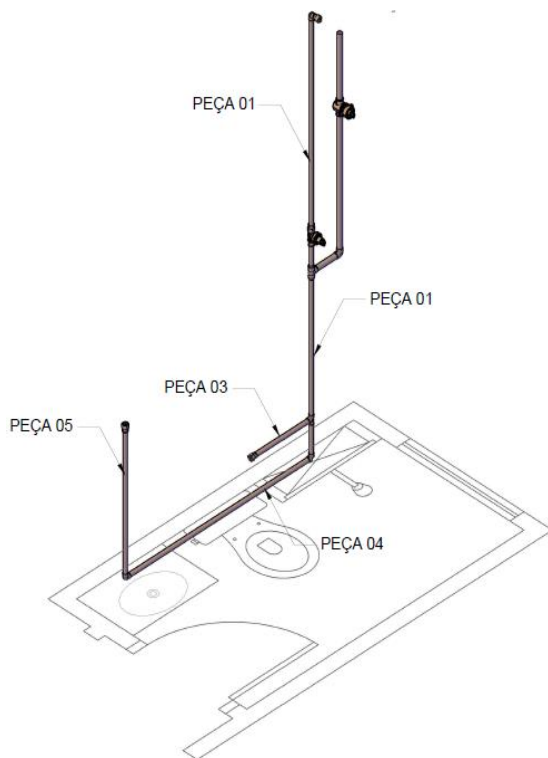
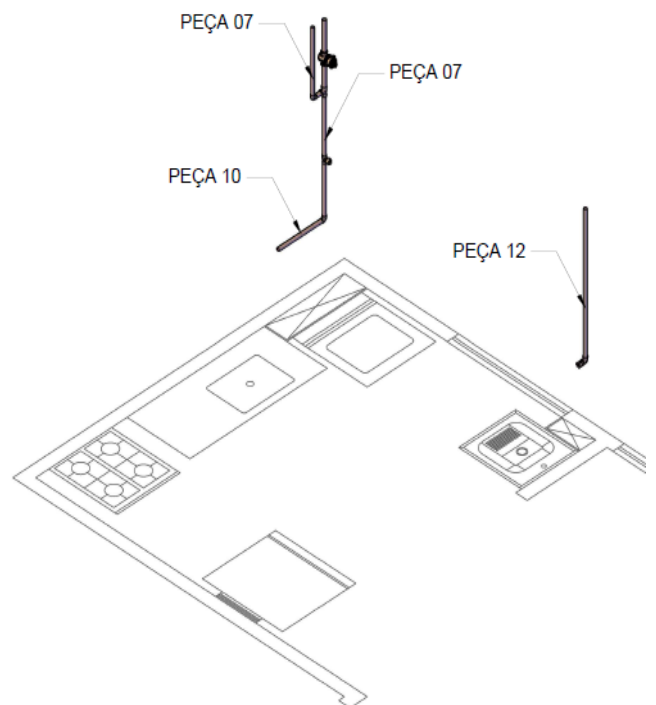


Figura 42: Kit fechamento apto 01/04 –
Cozinha/AS



Montou-se na obra um painel demonstrativo para auxiliar no entendimento e instalação do kit de fechamento de água fria, neste apresenta-se também a conexão dos tubos de PVC com o PEX proveniente do módulo de estrutura, conforme a Figura 43.

Figura 43: Painel demonstrativo do kit de fechamento – água fria



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Para a área comum dos pavimentos dos blocos tem-se o material para a instalação dos hidrômetros. O kit fechamento utilizado do 1º ao 4º pavimento está apresentado na Figura 44, enquanto na Figura 45 está demonstrado o kit destinado último pavimento da edificação.

Figura 44: Kit fechamento hidrômetro 1-4º

pvto

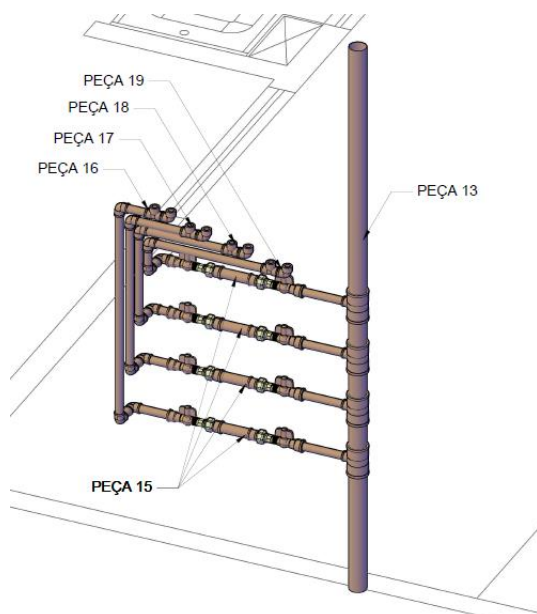
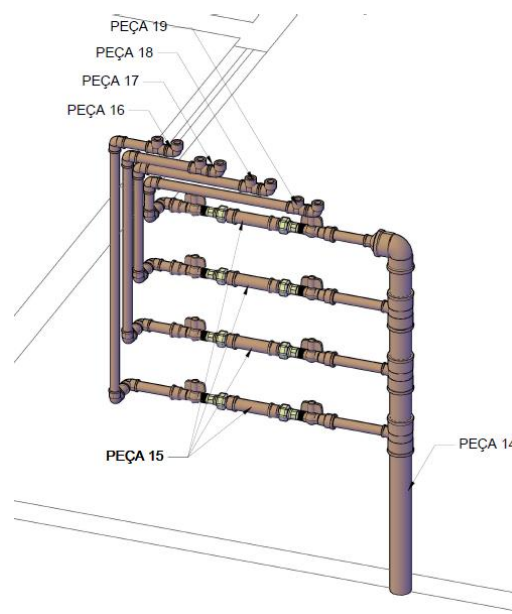


Figura 45: Kit fechamento hidrômetro 5º

pvto



Na Figura 46 é apresentado um “Kit Fechamento Hidrômetro 1-4º PVTO” instalado na obra Belle Horizonte, vale ressaltar que as caixas metálicas de hidrômetro e de registro também compõem o kit. Nota-se também que o produto desenvolvido no projeto inicial, indicado na Figura 49, não foi o realizado *in loco*, cabendo à construtora arcar com tais modificações.

Figura 46: Kit Fechamento Hidrômetro 1-4º PVTO



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

b) Fechamento - Esgoto

Toda a tubulação de esgoto da obra faz parte deste módulo, desde os pontos de coleta de material, as instalações no *shaft* horizontal do banheiro, as prumadas até a ventilação da cobertura da edificação. Nas Figuras 47 e 48 estão apresentados os materiais que compõem o “Kit Fechamento – Térreo”.

Figura 47: Kit fechamento térreo -
Banheiro

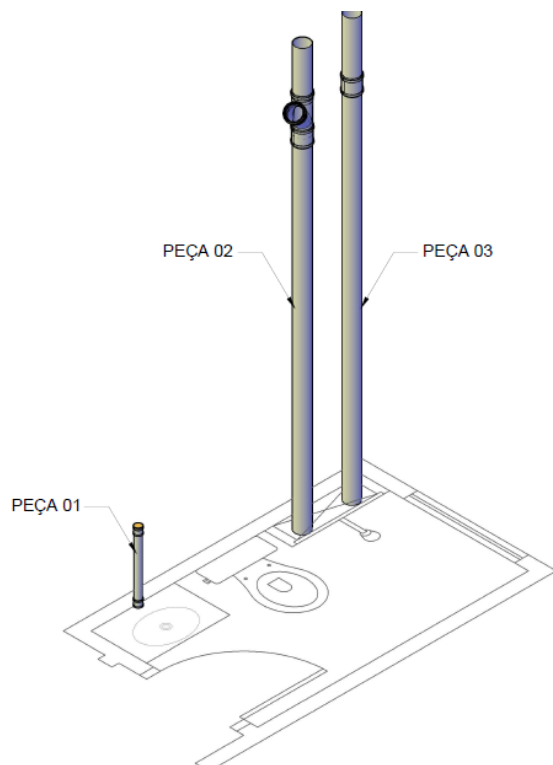
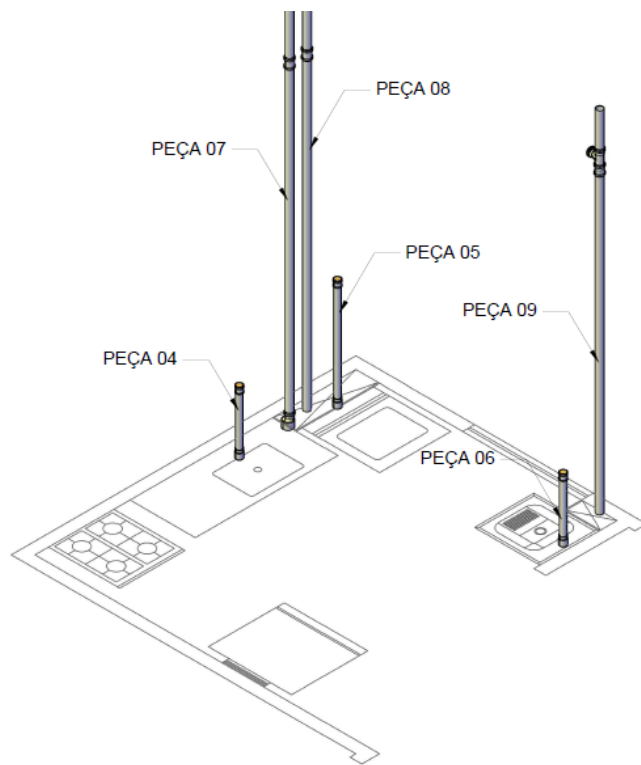


Figura 48: Kit fechamento térreo –
Cozinha/AS



Nas Figuras 49 e 50 estão apresentados os materiais que compõem o “Kit fechamento – 2º - 4º pvto”, estes se diferenciam dos kits anteriores apenas porque algumas instalações do térreo já foram feitas durante a etapa de fundação, ou seja, elas se localizam dentro da fiada 0, já para os apartamentos padrão esse material foi posicionado no teto dos apartamentos do pavimento inferior.

Figura 49: Kit fechamento 2-4º pvto -
Banheiro

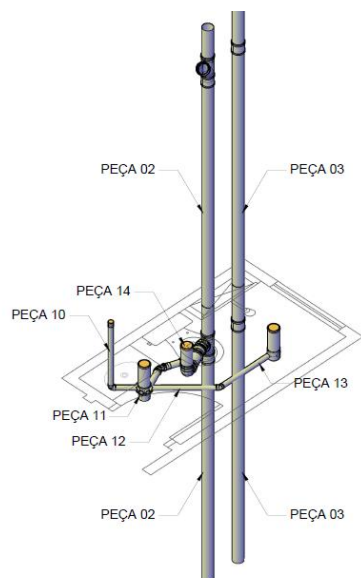
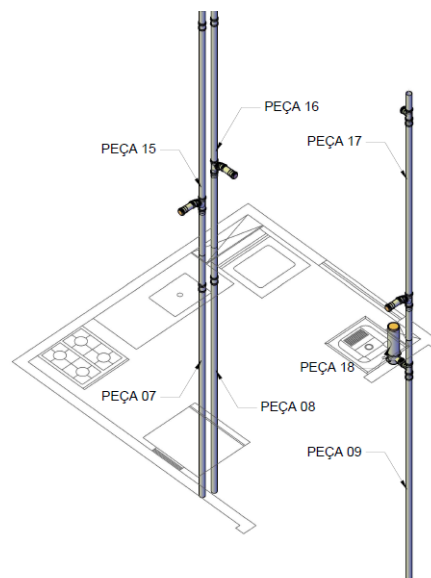


Figura 50: Kit fechamento 2-4º pvto –
Cozinha/AS



Por último, tem-se os materiais utilizados para a instalação do fechamento de esgoto no 5º pavimento das edificações apresentados nas Figuras 51 e 52, este kit contempla as tubulações de ventilação que devem ser posicionadas na cobertura da edificação.

Figura 51: Kit fechamento 5º pvto -
Banheiro

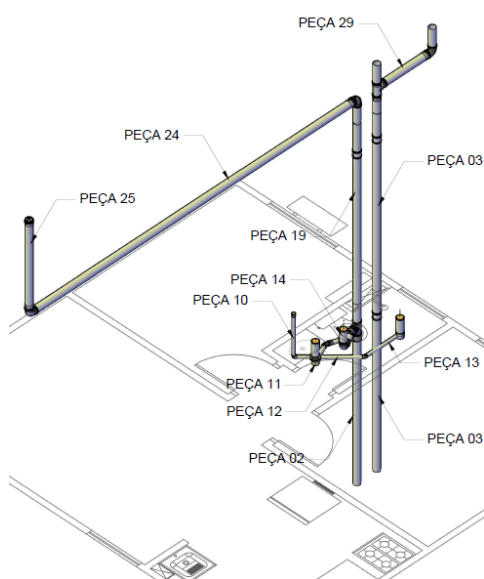
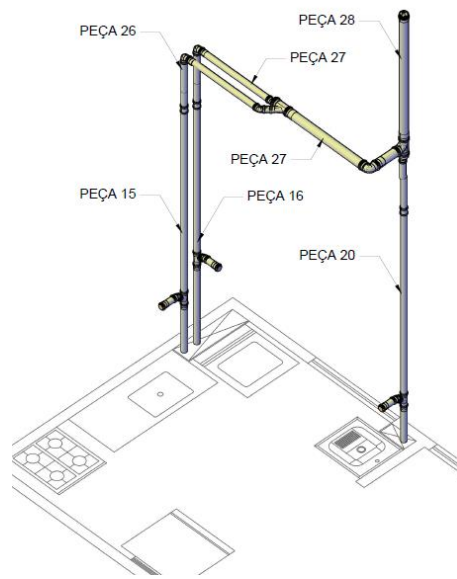


Figura 52: Kit fechamento 5º pvto –
Cozinha/AS



4.2 GESTÃO DE OBRA

Uma gestão de obra bem-feita deve garantir a execução conforme os projetos, de forma a cumprir o tempo e o orçamento estipulados no planejamento.

A utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias adequadamente é realizada praticando-se uma gestão da obra coerente, de forma a possibilitar melhor controle de estoque e produção, armazenamento e menores desperdícios.

Por se tratar de uma tecnologia pouco conhecida no mercado de trabalho, a introdução dos kits no canteiro deve ser feita de forma planejada. A Ambar Tech disponibiliza para todas as obras parceiras um funcionário para o acompanhamento do canteiro, este apresenta-se como primeiro grande diferencial para a obtenção de uma boa utilização dos kits industrializados visto que o mesmo tem como objetivos garantir a instalação correta dos materiais, facilitar a comunicação entre a construtora e fábrica e realizar processos para se obter uma boa gestão de obra.

Dentre os processos delegados ao funcionário responsável pelos kits industrializados destacam-se o recebimento, armazenamento e validação dos materiais industrializados, além da realização de treinamentos para as equipes.

4.2.1 Recebimento

O primeiro passo para se obter uma boa utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias é a definição do momento em que deverão ser realizadas as entregas dos materiais, tal programação é feita em comum acordo entre o fornecedor (Ambar) e construtora (MRV).

Cada entrega deve ser programada por quantidade de unidades habitacionais a ser enviada à construção, de forma a garantir que não falte materiais dentro do canteiro de obras. No Quadro 3 a seguir, está apresentada a programação de entregas desenvolvida para a obra Belle Horizonte.

Quadro 3: Programação de envio de kits industrializados utilizada na obra Belle Horizonte

Data	Mês	18-Sep				18-Oct			
	Etapa do mês	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Quantidade de Unidades Habitacionais (Uh's) por módulo	Fundação				80 Uh's				
	Estrutura								
	Fechamento								

Data	Mês	18-Nov				18-Dec			
	Etapa do mês	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Quantidade de Unidades Habitacionais (Uh's) por módulo	Fundação								120 Uh's
	Estrutura		40 Uh's						
	Fechamento								

Data	Mês	19-Jan				19-Feb			
	Etapa do mês	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Quantidade de Unidades Habitacionais (Uh's) por módulo	Fundação				120 Uh's		112 Uh's		
	Estrutura		60 Uh's	100 Uh's	80 Uh's				
	Fechamento		40 Uh's			80 Uh's	40 Uh's	40 Uh's	

Data	Mês	19-Mar				19-Apr			
	Etapa do mês	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Quantidade de Unidades Habitacionais (Uh's) por módulo	Fundação								
	Estrutura		60 Uh's		92 Uh's				
	Fechamento			72 Uh's		80 Uh's	80 Uh's		

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Vale destacar a importância da comunicação entre construtora e fornecedor durante a evolução do empreendimento. É bastante comum no cenário da construção civil brasileira o atraso na execução de obras, para evitar o acúmulo excessivo de materiais no canteiro é necessário o aviso e reprogramação das entregas nesses casos. Na obra em questão a alteração da programação de envios não foi feita, houve atrasos, e a manutenção do cronograma inicial de entregas gerou complicações para o armazenamento na obra.

Após um planejamento bem executado, inicia-se a fase de envio dos kits industrializados. O recebimento do material é uma etapa importante e o primeiro passo após a

chegada de uma carga na obra é a verificação do envio da documentação correta, notas fiscais e romaneios para conferência de material.

O segundo passo é a verificação da quantidade de kits que está sendo recebida, esta etapa é de extrema importância pois a programação de envio contempla a exata quantidade de unidades habitacionais que a obra possui, portanto, a falta de kits em uma entrega sequer acarretará na pendência de materiais ao final da obra. Na Figura 53 está mostrada uma cópia do romaneio utilizado na obra Belle Horizonte, após a conferência de envio.

Figura 53: Romaneio para conferência de kits de instalações de esgoto.

19C003_2 RE-1: ROMANEIO EXTERNO

RELAÇÃO DE KITS ENTREGUES - 30/04/19

NOTA FISCAL: [REDACTED]

TRANSPORTADORA: [REDACTED]

NÚMERO UHS: [REDACTED]

CÓD PRODUTO (1): [REDACTED]

CÓD PRODUTO (2): [REDACTED]

CÓD PRODUTO (3): [REDACTED]

OBRA: [REDACTED]

LOTE: [REDACTED]

BLOCOS: [REDACTED]

EMBAIXADOR: [REDACTED]

ALMOXARIFE: [REDACTED]

RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO: [REDACTED]

#	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO KIT	QUANTIDADE	UNIDADE (C, NC, ...)	OBSERVAÇÕES
1	3GOBHF04K01	KIT FECHAMENTO - TERREO II	16	C	A4
2	3GOBHF04K02	KIT FECHAMENTO - ARANHA TERREO	16	C	
3	3GOBHF04K03	KIT FECHAMENTO - PVTO TIPO IIII	40	C	
4	3GOBHF04K04	KIT FECHAMENTO - ULTIMO PVTO II	16	C	
5	3GOBHF04K05	KIT FECHAMENTO - AREA COMUM	2	C	
6	3GOBHF04K06	KIT FECHAMENTO - VENTILAÇÃO	16	C	
7	3GOBHF04K07	KIT FECHAMENTO - AGUA PLUVIAL	4	C	
8	3GOBHF04K10	KIT FECHAMENTO - AREA COMUM 16UHS	2	C	
9	3GOBHF04K08	KIT FECHAMENTO - INSTALAÇÃO	4	C	
10	3GOBHF04K09	KIT FECHAMENTO - ATIVAÇÃO	2	C	

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4.2.2 Armazenamento

O armazenamento correto dos kits industrializados é essencial para uma boa gestão. Sugere-se primeiramente que o estoque deste material seja feito em um local diferente do almoxarifado geral da obra, para evitar a utilização dos mesmos em locais inadequados (áreas comuns do condomínio).

A central de kits deve ser dimensionada considerando a quantidade de módulos de instalação que serão fornecidos, o espaço de armazenamento, o ritmo de produção e a quantidade de fretes necessários. A mesma tem os objetivos de gerenciar e controle o estoque além de auxiliar no controle da produtividade da obra.

Na obra MRV Belle Horizonte ocorreram basicamente três problemas quanto ao armazenamento dos kits de instalações prediais. O primeiro, já citado, foi o excesso de material acumulado no canteiro devido ao não replanejamento de entregas. Apesar de cientes dos atrasos de execução, não houve a comunicação correta entre empresa e fornecedor provocando a necessidade de armazenamento de alguns materiais em locais com exposição direta ao sol, fora da central de kits, danificando-os e possibilitando a perda de controle de estoque. Lembrando que a falta de kits comprovadamente entregues não será considerada como pendência de materiais ao final da obra.

A segunda situação que causou problemas de armazenamento na obra foi o atraso na preparação da central de kits de instalações hidrossanitárias. Deste modo, a chegada das primeiras entregas de material no canteiro foi bastante tumultuada pelo fato do local de depósito dos kits ainda não estar acessível ou totalmente disponível.

Os dois problemas citados anteriormente fizeram com o que o material tivesse que ser armazenado em local inadequado temporariamente, o que causou danos aos kits devido ao contato direto com o sol, conforme mostrado na Figura 54. Outro transtorno causado foi a desmontagem dos kits (Figura 55) por conta do dano às fitas que prendem as tubulações e a movimentação excessiva do material de um local de armazenamento para outro, dificultando a identificação das peças que compõem cada kit.

Figura 54: Tubulação deformada por conta do contato direto com o sol



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 55: Diferenciação entre os kits de esgotos montados e o material danificado



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Outra adversidade quanto ao armazenamento identificado na obra foi que alguns funcionários da construtora tinham acesso à central de kits no início da execução, tal situação possibilitou que os mesmos fizessem a retirada de conexões como luvas, joelhos e tês que não vinham colados na tubulação dos kits e fizeram o uso desse material em outros locais inadequados, como a área comum do condomínio onde não foi negociada a utilização das soluções industrializadas.

Após a identificação da complicação realizou-se treinamento aos funcionários e o acesso a central de kits passou a ser restrito ao funcionário da empresa fornecedora do material. Tais atitudes atenuaram o problema, porém ocorreu a falta de peças de algumas soluções industrializadas por conta da situação inicial que tiveram de ser compradas separadamente pela construtora.

Além disso, destaca-se em uma boa gestão de obras algumas estratégias de planejamento que podem facilitar o armazenamento. A identificação de cada módulo por cores específicas é um exemplo de facilitador dentro da central de kits. Na Figura 56 está exemplificada uma central onde o local de armazenamento dos kits de acabamento é delimitado por uma fita amarela no piso.

Figura 56: Demarcação por cores para identificar os kits armazenados.



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Uma tecnologia que foi utilizada na obra é o modelo de gestão visual Painel Kanban (Figura 57), este painel tem como objetivo um planejamento semanal dos kits que foram utilizados e como consequência de sua utilização é possível obter um melhor controle do ritmo de produção da equipe de instalações.

Figura 57: Painel Kanban utilizado na obra Belle Horizonte.

OBRA: _____ RESPONSÁVEL: _____

SEMANA: _____ HORA: _____

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Manhã							
Tarde							

CONTATOS: _____

☐ OBRIGADO
 ☐ REFEÇÃO
 ☐ APRENDER

ambar

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Placas de controle de estoque também foram utilizadas na obra, de forma a garantir a identificação do local onde cada kit se encontrava além de contribuir com o controle de estoque. A mesma apresenta o módulo/nome da solução armazenada no local, quantidade em estoque e data de atualização da informação. Na Figura 58 está demonstrado o modelo de placa aplicado na obra Belle Horizonte.

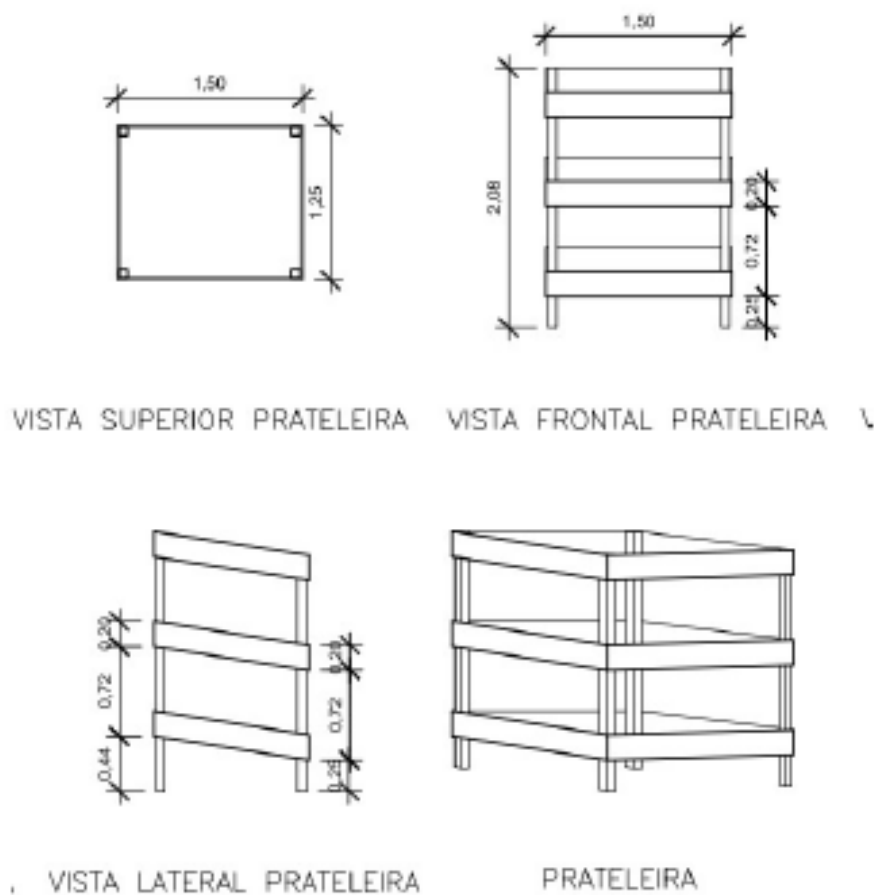
Figura 58: Placas de controle de estoque



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

A utilização de prateleiras com o sistema *First In, First Out* (FIFO), como mostrado na Figura 59, também foi feita. Este tipo de iniciativa faz com que os materiais estocados há mais tempo sejam empregados primeiro, de forma a evitar o desgaste por conta do tempo de estocagem e garantir que toda produção de uma entrega seja utilizada em sequência, o que facilita na correção de erros identificados em determinados lotes.

Figura 59: Modelo de prateleira com o sistema “First In, First Out”



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Outra ferramenta de controle de estoque é a utilização de uma planilha online para registro dos materiais entregues, executados e em estoque. O funcionário responsável pelos kits industrializados na obra fazia o preenchimento da planilha de controle e relatórios semanais eram enviados à construtora para acompanhamento do material, conforme mostrado na Figura 60.

Figura 60: Ferramenta online para controle de estoque.



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

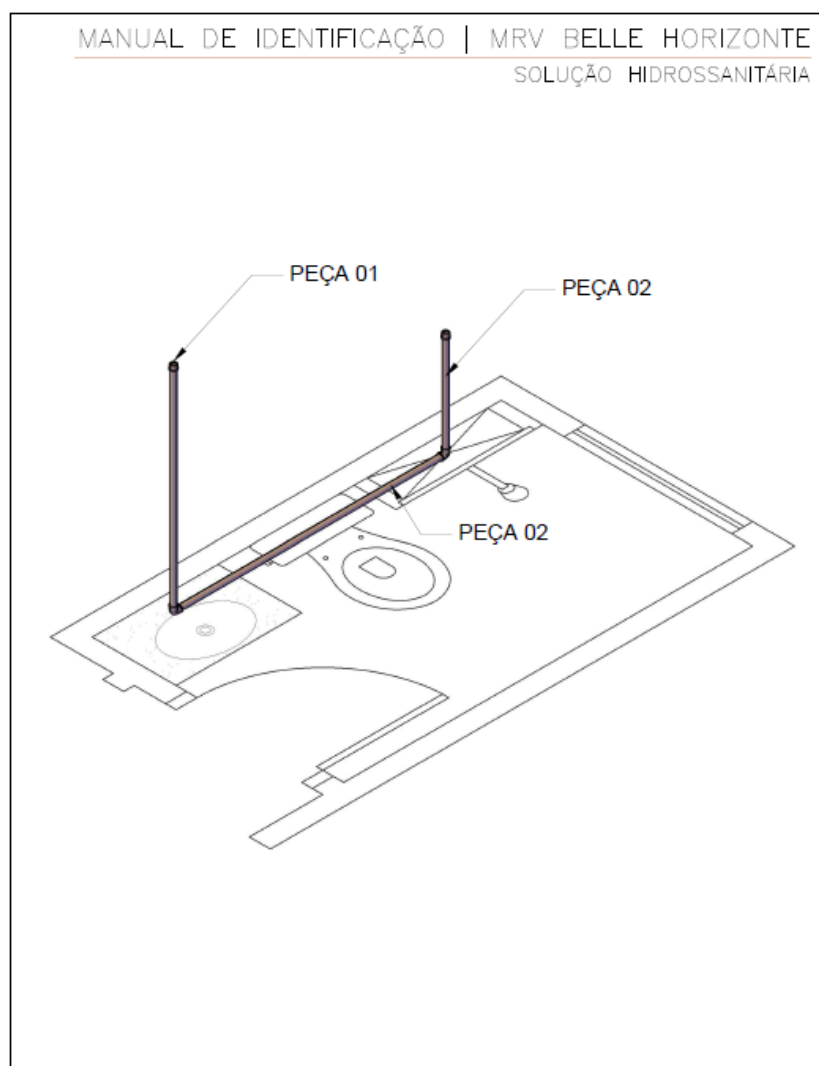
4.2.3 Treinamento

Uma das grandes dificuldades para a utilização dos kits de instalações pré-montados é a falta de qualificação da mão de obra com esse tipo de produto e a solução para tal situação é oferecimento de cursos de treinamento às equipes envolvidas no processo.

Almoxarife, encarregados e toda a equipe responsável pelas instalações hidrossanitárias receberam treinamento para garantir a correta utilização dos kits.

Um dos transtornos identificados no início da obra Belle Horizonte foi a dificuldade de entendimento do local onde seriam instaladas as peças dos kits pelos instaladores, por conta disso foram utilizados cadernos de apoio, com os esquemas de montagem ilustrados, conforme mostrado na Figura 61, para auxiliar a equipe de montagem.

Figura 61: Caderno de apoio utilizado para auxiliar os instaladores.



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4.2.4 Validação

O processo de validação é o ajuste de peças das soluções industrializadas dentro do canteiro visando o produto com encaixe perfeito para determinada obra e o mesmo deve ser feito logo após a entrega do primeiro lote de cada módulo, também chamado de lote de validação.

O desenvolvimento de um projeto de instalações hidrossanitárias coerente e compatibilizado com demais projetos se mostra como a melhor solução para diminuir significativamente a quantidade de mudanças a serem feitas durante a validação.

O lote de validação deve conter uma pequena quantidade de kits hidrossanitários que serão aplicados num número restrito de unidades habitacionais para evitar uma grande repetição de possíveis erros identificados em projeto. Na obra Belle Horizonte a necessidade de alteração de algumas conexões, foi advinda da modificação no projeto após a aquisição e de pequenas mudanças de comprimento para ajuste à situação real. Para evitar tais situações é importante sempre manter o fornecedor dos kits industrializados atualizado com as possíveis alterações de projeto.

É importante atentar-se durante a realização da validação tanto para as tubulações que possuem um comprimento excessivo (ultrapassa o ponto de utilização em mais de 20 cm), de forma se evitar desperdícios, quanto para as que apresentaram dimensões pequenas e a falta de conexões, que podem atrapalhar o andamento da obra. Para evitar a falta de materiais durante essa etapa, fez-se o envio de um “Kit Ativação” para cada módulo, contendo um estoque extra de peças que compõem a etapa.

5. CONCLUSÃO

O trabalho trouxe uma pesquisa exploratória para demonstrar a utilização de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias em uma obra de parede de concreto. Descreveu-se primeiramente a importância da utilização de inovações tecnológicas no mercado da construção e as dificuldades para implantação dos mesmos em uma indústria que se mostra ultrapassada.

A maior complicação encontrada na utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias é o fato do mercado de trabalho não estar habituado com tal tecnologia. A necessidade de realização de treinamento se mostra muito importante para solução desse problema, além do acompanhamento de profissionais com experiência no assunto dentro do canteiro de obras.

Destaca-se também a impossibilidade de utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias em áreas comuns (área de churrasqueira, salão de festas e piscina) ou em obras com poucas unidades habitacionais por conta de as mesmas não possuírem grande repetitividade de layouts.

O processo de utilização dos kits industrializados na obra Belle Horizonte foi detalhado durante o trabalho, de forma a destacar possíveis problemas que a utilização do método pode trazer, sugerir soluções para tais problemas e apresentar processos que podem facilitar o uso dos mesmos.

O primeiro ponto destacado para a obtenção de uma boa gestão dos kits industrializados foi a presença de um funcionário com conhecimento no assunto dentro do canteiro de obras para auxiliar em processos como recebimento, armazenamento e validação do material, além da realização de treinamentos para as equipes envolvidas no processo.

Durante o recebimento do material destacou-se a importância de um bom planejamento de envio dos kits industrializados entre fornecedor e construtora, de forma que sempre sejam evidenciados possíveis atrasos durante a execução da obra para se evitar o acúmulo de material no canteiro.

A criação de uma central de kits mostrou-se uma alternativa para auxiliar no armazenamento dos kits pré-montados, sendo que a mesma deve possuir acesso exclusivo a funcionários devidamente treinados para manipulação do material, precisa ser dimensionada corretamente e tem de ser desenvolvida antes da chegada das primeiras remessas à obra para garantir uma estocagem adequada.

Ainda sobre o armazenamento dos kits industrializados, foram apresentadas diversas metodologias que podem ser aplicadas para uma melhor gestão da obra como a identificação dos módulos dentro da central por cores e a utilização de técnicas como: Painel *Kanban*, placas de controle de estoque, prateleiras com o sistema “FIFO” e planilhas *online* para controle de material estocado.

Quanto ao processo de validação, destacou-se a necessidade da realização de projetos de instalações hidrossanitárias coerentes e compatibilizados com os demais, além da importância em informar a fornecedora dos kits industrializados qualquer alteração nos mesmos, tais situações garantem a diminuição na quantidade de modificações que devem ser feitas para os próximos lotes.

Por fim, concluiu-se que a utilização dos kits pré-montados de instalações hidrossanitárias pode ser bastante vantajosa se comparada ao método tradicional agregando um pensamento de construção enxuta à obra e apresentando vantagens econômicas, ambientais e construtivas, dentre elas destaca-se:

- Economia em mão de obra;
- Economia em materiais;
- Facilidade para identificação de falhas por conta da produção em massa;
- Facilidade de instalação após treinamento dos instaladores;
- Maior controle de estoque;
- Maior controle da produtividade da obra;

- Redução dos desperdícios;
- Redução de erros devido a falhas humanas;
- Aperfeiçoamento de estanqueidade;
- Diminuição dos itens a serem gerenciados na obra; e
- Padronização da obra.

Sugere-se a realização de uma pesquisa detalhada quanto as vantagens econômicas da utilização deste método, considerando a redução da quantidade de funcionários necessários, a maior rapidez de montagem, a diminuição dos desperdícios e retrabalhos.

O trabalho em questão ainda se mostrou como um facilitador para compreensão da tecnologia de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias, além de demonstrar práticas que auxiliam no uso das soluções industrializadas a fim de evitar a recorrência de problemas em futuras obras que venham a utilizar tal método.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, Alex Kenya. Tecnologias apropriadas: tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento. 1980. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- AMBAR Tech. SÃO PAULO, 2019. Disponível em: <https://www.ambar.tech/>. Acesso em: 11 set. 2019.
- ANDRADE, Thales de. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. In: II Encontro Da Anppas, 2004, CAMPIMAS. **Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques [...]**. [S. l.]: Ambiente & Sociedade, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Parede de concreto**. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/parede-de-concreto/>. Acesso em 24 de maio de 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- BARBOSA, Roberto Carlos. Melhores Práticas: Kits Hidráulicos. **TÉCHNE**, Unidas, SP, v. 1, n. 138, p. 24-25, 16 set. 2008.
- BLANCHARD, Benjamin. Logistics engineering and management. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. p. 15.
- BROOKFIELD, E. et al. The Architectural technologist role in linking lean design with lean construction. ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP ON LEAN

CONSTRUCTION, 12, 2004, Helsingør, Dinamarca. **Proceedings of the 12th Annual Conference on Lean Construction**, Helsingør: IGLC, 2004.

CALLERA, Cleverson Aislan. Tecnologia: Kits hidráulicos industrializados. **TÉCHNE**, [s. l.], v. 1, ed. 183, Dezembro, 2011.

CAMPOS FILHO, A. S., **Treinamento A Distância Para Mão-De-Obra Na Construção Civil**. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo 2004.

CORREIA, João Victor Freitas Barros. Contextualização dos princípios da construção enxuta: aplicação da filosofia enxuta do sistema toyota de produção na indústria da construção civil em exemplos práticos. **Ciências exatas e tecnológicas**, Aracaju, Abril 2018.

COUTO, Yana Alessandri Evangelista. Estudo das vantagens e desvantagens do uso de kits hidrossanitários em obras de edificações. UFRJ/Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

FRAGA, Samira Vitalino. A qualidade na construção civil: uma breve revisão bibliográfica do tema e a implementação da ISO 9001 em construtoras de Belo Horizonte. **Monografia apresentada ao curso de especialização em construção civil da escola de engenharia UFMG, Minas Gerais**, 2011.

GUIMARÃES, Alexandre Queiroz *et al.* Instituições e desenvolvimento no Japão: modelo de capitalismo, trajetória pós 1990, desafios atuais. 2016.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Instalações hidráulicas e projeto de arquitetura**. 7. ed. São Paulo/SP: Blucher, 2013. 89 p. v. 1.

MATIAS-PEREIRA, José; KRUGLIANSKAS, Isak. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**, v. 4, n. 2, 2005.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. (2007) The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch-up. Research Policy (articles in press).

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. Paredes de concreto. **TÉCHNE**, [S. l.], 1 jun. 2009.

MOREIRA, Gabriela Lucia Andrade. **Inovação tecnológica e aplicação de novos sistemas construtivos nas instalações hidráulicas e sanitárias**. 2010. Trabalho de conclusão de curso

(Bacharelado Em Engenharia Civil) - Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOURA, Rafael De Sousa Leal Martins. **Catálogo de inovações tecnológicas na construção civil**. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Do Ceará, Ceará, 2015.

NAKAMURA, Juliana. **Condução racionalizada**. TÉCHNE, [S. l.], 2012. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/192/artigo285994-1.aspx>. Acesso em: 6 abr. 2019.

NASCIMENTO, Luiz Antonio Do; SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente construído**, Porto Alegre, p. 69-81, 9 jan. 2003.

NIOSI, Jorge *et al.* National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**, [S. l.], 28 jun. 2002. Volume 15, Issue 2, 1993, Pages 207-227.

ORNSTEIN, Sheila; ONO, Rosaria; OLIVEIRA, Fabiana. Em busca da qualidade na habitação social no brasil: instrumentos para a avaliação pósocupação (apo) aplicada a sistemas construtivos inovadores. **Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono**, Porto/ Portugal, p. 1-15, 5 mar. 2017.

PARKES, Aneta. Lean management genesis. **Management**, v. 19, n. 2, p. 106-121, 2015.

PLONSKI, Guilherme Ary. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no brasil. **SCIELO**, São Paulo, 2005.

RODRIGUES, Ivete; BARBIERI, José Carlos. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **RAP—RIO DE JANEIRO**, v. 42, n. 6, p. 1069494, 2008.

ROHAN, Ubiratan *et al.* A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e da sustentabilidade. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**. 2016.

SOARES, Patrícia Bourguignon *et al.* Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 175-185, 2016.

TIDD, Joe; BESSANT, Joe. **Gestão da inovação-5**. Bookman Editora, 2015.

VIANNA, Marcos R. **Instalações hidráulicas prediais**. [S. l.]: [s. n.], 2013. v. 1. ISBN 9788598286068.