

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Lucas Dall'cortivo Lange

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES DE
PAREDES EM BLOCO CERÂMICO VAZADO COM
INSTALAÇÕES EM PVC RÍGIDO E BLOCO CERÂMICO
ESTRUTURAL COM INSTALAÇÕES EM PP-R**

Porto Alegre
Julho de 2018

LUCAS DALL’CORTIVO LANGE

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES
DE PAREDES EM BLOCO CERÂMICO VAZADO COM
INSTALAÇÕES EM PVC RÍGIDO E BLOCO CERÂMICO
ESTRUTURAL COM INSTALAÇÕES EM PP-R**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre

Julho de 2018

LUCAS DALL’CORTIVO LANGE

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES
DE PAREDES EM BLOCO CERÂMICO VAZADO COM
INSTALAÇÕES EM PVC RÍGIDO E BLOCO CERÂMICO
ESTRUTURAL COM INSTALAÇÕES EM PP-R**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 20 de julho de 2018

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dieter Wartchow (IPH/UFRGS)
Dr. pela Universidade de Stuttgart

Prof. Nei Ricardo Vaske (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família,
e a universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família por me apoiar por todo este período da graduação sempre compartilhando sentimentos bons e força para ir adiante, por todo o carinho e respeito, por todo seu esforço e dedicação em me educar e me tornarem que eu sou hoje, em especial aos meus pais Vicente Antônio Mânica Lange e Neusa Dall’cortivo Lange, meus irmãos Alini Dall’cortivo Lange, Camila Dall’cortivo Lange, Luciano Dall’cortivo Lange e Lucirene Dall’cortivo Lange.

Agradeço do fundo do coração a professora Dra. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira pela orientação em meus estágios nos últimos dois anos e meio de graduação, agradeço por ter me orientado neste trabalho de conclusão, serei eternamente grato, por ouvir os desabafos, pela troca de conhecimentos, pelo apoio nos trabalhos acadêmicos e minha vida profissional.

Agradeço ao professor Dr. Dieter Wartchow por ser meu relator neste trabalho de conclusão e pelos conhecimentos adquiridos.

Agradeço ao meu amigo Eng. Isael Souza por ter me dado a oportunidade de compartilhar conhecimentos de vida e engenharia, pela amizade e profissionalismo.

Agradeço aos meus colegas Arthur Berti Ceolin, Eng. Gustavo de Mello e Eng. Adolfo Calderan Lorengian e Airton Ferraz pela profunda amizade adquirida durante todos estes anos de convívio, incluindo os deliciosos cafés.

E como parte importante deste trabalho eu não poderia deixar de agradecer a AutoDesk pela disponibilização da versão estudantil dos softwares Revit 2018 e AutoCad 2017 para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço ao professor Dr. Flávio Horowitz e ao Eng. Roberto Ribeiro por todo o aprendizado adquirido no Laboratório de Laser e Óptica, na Casa-E e pela amizade.

Agradeço ao Comitê de Lojistas, Arq. Marcela, Arq. Alexandra, Arq. Renata, Arq. Antônio, Eng. Ricardo, Eng. Patrícia e aos colegas Tuca, Leonardo Souza, Pedro, Daniel, Fran, Arlei, Maurício, Rodrigo e Leonardo Martini por todo o período de estágio, por compartilhar os momentos difíceis e é claro, pela companhia e amizade.

Agradeço aos meus amigos Eng. João Ricardo, Jeferson, Guilherme, Pedro Lessa e Nicolas pela amizade.

Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande do Sul por ter sido parte inesquecível da minha vida e pela contribuição grandiosa para meu crescimento pessoal.

Resumo

A grande incidência de manifestações patológicas das mais diversas origens fazem com que exploremos outras técnicas construtivas sempre procurando otimizar os processos. A busca incansável por novos meios de resolver os problemas despertou um desejo de pesquisa buscando uma estrutura mista de materiais. Foram verificados materiais dos mais diversos tipos sempre buscando reduzir os processos e de certa forma otimizar a mão de obra. Inicialmente fora proposto duas alternativas para que fosse realizado o estudo, ao longo deste trabalho alguns dos sistemas não puderam ser implantados pela difícil obtenção e pelo seu elevado custo além da exigência de grandes prazos para a compra. A planta inicial caracteriza uma edificação padrão normal cujas dimensões tiveram de ser alteradas para fins de projeto, a adequação aos padrões modulares dos blocos teve consequências arquitetônicas na planta original, porém o custo e o prazo se mostraram altamente atrativos. A modulação de blocos passou por diversas revisões, tiveram de ser alterados dimensões de janelas e portas assim como as dimensões laterais dos cômodos para que pudesse ser concluído o projeto de alvenaria estrutural. As instalações hidros-sanitárias foram dimensionadas sempre procurando uniformizar o número de diâmetros evitando o desperdício e sempre que possível pensando nas futuras manutenções. Os projetos foram feitos com composição de diversos materiais e estes foram orçados comparando suas propriedades, técnicas construtivas, prazos e principalmente custos. Os estudos concluíram que decisões prévias de projeto podem gerar economias significativas em edificações de pequeno porte, definições de paredes, janelas, quartos, reservatórios, podem ser solucionáveis com estruturas mistas de alvenaria estrutural e concreto armado gerando grande economia em prazo e custo. Para as instalações hidros-sanitárias, a utilização do material PP-R, para água fria e quente, mostrou-se viável quando em composição com supraestrutura composta por alvenaria estrutural.

Palavras chaves: Alvenaria estrutural. Instalações hidros-sanitárias em PP-R. Orçamento.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-DIAGRAMA DE ETAPAS DO PROJETO.....	14
FIGURA 2-BLOCOS CERÂMICOS.....	17
FIGURA 3-FAMÍLIAS DE BLOCOS.....	19
FIGURA 4-DETALHE PARA INTERTRAVAMENTO DE 50%.....	21
FIGURA 5-FIADA DE RESPALDO E PONTOS DE GRAUTE.....	22
FIGURA 6-PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS.....	23
FIGURA 7-FERRAMENTAS PARA EXECUÇÃO DE TUBULAÇÕES EM PP-R.....	25
FIGURA 8-ETAPAS NO PROCESSO DE EXECUÇÃO PP-R.....	26
FIGURA 9-ETAPAS NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES EM PVC.....	28
FIGURA 10-FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA INSTALAÇÃO.....	30
FIGURA 11-SISTEMA PEX.....	31
FIGURA 12-PLANTA RESIDENCIAL DO TIPO R1-N.....	33
FIGURA 13-ADAPTAÇÃO NO ENCONTRO DE PAREDES.....	34
FIGURA 14-MODULAÇÃO DE PRIMEIRA FIADA.....	35
FIGURA 15-MODULAÇÃO DE SEGUNDA FIADA.....	36
FIGURA 16-MODULAÇÃO DE BLOCOS DE FAMÍLIA 14.....	37
FIGURA 17-ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICAÇÕES DO TIPO R1-N.....	38
FIGURA 18-FORMAS DE PILARES E VIGAS.....	39
FIGURA 19-VOLUME DE ALVENARIA.....	40
FIGURA 20-INSTALAÇÕES HIDROS-SANITÁRIAS.....	42
FIGURA 21-IDENTIFICAÇÃO DOS TRECHOS NA INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA.....	43
FIGURA 22-IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA QUENTE.....	44
FIGURA 23-BOMBA PRESSURIZADORA DE 45L/MIN.....	45
FIGURA 24-AQUECEDOR DE PROJETO.....	46
FIGURA 25-FICHA TÉCNICA.....	47
FIGURA 26-ÁBACO LUNETAS.....	48
FIGURA 27-SISTEMA DE ESGOTO RESIDENCIAL.....	55
FIGURA 28-UNIDADES HUNTER DE CONTRIBUIÇÃO.....	58
FIGURA 29- DIÂMETROS DOS TUBOS.....	60
FIGURA 30-COMPOSIÇÃO DE MENOR CUSTO.....	65
FIGURA 31-COMPOSIÇÃO DE MAIOR CUSTO.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Dimensões de Fabricação.....	18
Quadro 2-Tipos de Graute.....	23
Quadro 3-Tempos Mínimos para execução de PP-R.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 2-TIPOS DE GRAUTE.....	24
TABELA 3-ARMADURA DE PILARES E VIGAS.....	38
TABELA 4-PARÂMETROS HIDRÁULICOS DE ESCOAMENTO.....	45
TABELA 5- PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.....	48
TABELA 6-SOMA DOS PESOS DE PROJETO.....	49
TABELA 7-PESOS RELATIVOS NBR 5626/98.....	50
TABELA 8-REDIMENSIONAMENTO DO BARRILETE.....	51
TABELA 9-PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA.....	52
TABELA 10-DIÂMETROS MÍNIMOS DOS SUB-RAMAIS.....	52
TABELA 11-DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE.....	53
TABELA 12-DIÂMETROS MÍNIMOS DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO.....	56
TABELA 13-DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE ESGOTO.....	57
TABELA 14-DECLIVIDADES MÍNIMAS.....	58
TABELA 15- UNIDADES HUNTER DE CONTRIBUIÇÃO.....	59
TABELA 16-CUSTOS RELATIVOS DA COMPOSIÇÃO 1.....	62
TABELA 17-CUSTOS RELATIVOS DA COMPOSIÇÃO 2.....	64

LISTA DE SIGLAS

PP-R – Polipropileno Copolímero Random- Tipo 3

PEX – Polietileno Reticulado Monocamada

PVC– Policloreto de Polivinila

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR- Norma Brasileira

TCPO- Tabela de Composições e Preços para Orçamento

SINDUSCOM- Sindicato da Indústria de Construção Civil do Estado

m.c.a.- Pressão em metros de coluna d'água

SINAPI- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da construção Civil

DN- Diâmetro nominal

LISTA DE SÍMBOLOS

A – Área (m^2)

p – Pressão (Pa)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE SIGLAS	11
LISTA DE SÍMBOLOS	12
1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	9
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	9
1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA.....	9
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	12
2.1 OBJETIVOS.....	12
2.1.1 Objetivo principal.....	12
2.1.2 Objetivo secundário.....	12
2.2 PRESSUPOSTO.....	13
2.3 PREMISSA	13
2.4 DELIMITAÇÕES	13
2.5 LIMITAÇÕES.....	13
2.6 DELINEAMENTO	14
3 ALVENARIA.....	15
3.1 UM BREVE HISTÓRICO	15
3.1.2 Dimensões de Fabricação	18
3.1.3 Amarração Direta	20
3.1.4 Argamassas.....	22
3.1.5 Graute	23
3.1.6 Estrutura porticada de concreto armado	24
4 INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS.....	25
4.1 POLIPROPILENO RANDÔMICO TIPO 3 (PP-R)	25
4.2 POLICLORETO DE VINILA (PVC) E POLICLORETO DE VINILA CLORADO (CPVC).....	28
4.3 POLIETILENO RETICULADO MONOCAMADA (PEX)	29
5 METODOLOGIA	32
5.1 DIMENSIONAMENTO DAS INTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E QUENTE... ..	43
5.2 SISTEMA DE ESGOTO RESIDENCIAL.....	54
5.3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTO RESIDENCIAL	55
6. COMPARATIVOS	61
6.1.1 Composição 1	62
6.1.2 Composição 2	64
7 CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O mercado da Construção Civil é constantemente forçado a aperfeiçoar as técnicas construtivas com o objetivo de reduzir os gastos provenientes de falhas na execução como, por exemplo, retrabalho e serviços que não agregam valor. A concorrência natural entre as empresas é o principal fator causador dessas mudanças.

Atualmente, na região de Porto Alegre muitas empresas construtoras têm optado pelo uso de bloco cerâmico estrutural em substituição ao bloco cerâmico vazado comum. A redução nos problemas de execução e o aumento significativo da velocidade e do padrão de acabamento desse sistema de blocos cerâmicos estruturais são os principais fatores para estas mudanças.

As novas técnicas construtivas vêm modificando substancialmente a forma como executa-se as edificações. Com o uso dos blocos cerâmicos estruturais, normalmente, as instalações hidros-sanitárias e elétricas são executadas simultaneamente à estrutura de alvenaria e pilaretes gerando ganho em acabamento, velocidade e mão de obra, ao contrário do sistema de blocos cerâmicos não estruturais onde as instalações são feitas após a conclusão da alvenaria e, desta forma, gerando retrabalho com os recortes nas paredes, sujeira, desperdício de material e, principalmente, perdas no padrão de acabamento e tempo de mão de obra.

Este trabalho contempla a orçamentação de ambos os sistemas, porém, com sistemas hidros-sanitários diferentes: para o caso dos blocos cerâmicos vazados comuns as instalações a serem orçadas serão em PVC rígido e para o caso dos blocos cerâmicos estruturais, em POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM (PP-R). A viabilidade de se adotar POLIETILENO RETICULADO MONOCAMADA (PEX) também foi avaliada.

O objetivo principal deste trabalho é quantificar os gastos com ambos os sistemas para possibilitar a comparação de custos entre um sistema amplamente utilizado e um sistema novo e que tem características de qualidade e velocidade superiores evitando assim manutenções indesejadas e gerando uma maior vida útil para a edificação.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As perdas relacionadas ao processo de produção estão cada vez mais sendo eliminadas com processos racionalizados para que as empresas continuem competitivas no mercado. As técnicas construtivas estão sendo constantemente aperfeiçoadas para um modelo de produção mais enxuto, preciso e sustentável. Neste trabalho será apresentado as vantagens e desvantagens de cada composição de alvenaria e instalações separadamente, assim como suas limitações.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Como grande parte do investimento nas construções faz-se na supra estrutura e vedação, há a necessidade de se fazer um comparativo orçamentário para analisar se é viável economizar em supra estrutura e investir mais em instalações hidros-sanitárias.

1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

Optou-se por fazer as instalações em PP-R e o estudo de viabilidade em PEX, ambas orçadas junto à alvenaria estrutural por questões de racionalização, padronização e acabamento; e bloco cerâmico vazado não estrutural junto a instalações em PVC rígido, que é a composição mais utilizada pela indústria.

Segundo (BASH, 2015), o contato com o PVC pode trazer riscos à saúde provenientes da absorção dos FTALATOS resultantes do uso de plastificantes no processo produtivo do PVC, os plastificantes são os aditivos mais utilizados na formulação de PVC, portanto merecem uma atenção especial quanto a toxicidade. O DOP (*ftalato de dioctila*) é o plastificante mais utilizado na indústria, a exposição contínua aos FTALATOS causa mudanças celulares pré-cancerosas e são acumulativas no organismo. Outro problema é a liberação de dioxinas com a incineração do material liberando compostos clorados tóxicos que além do risco de câncer, afetam o sistema imunológico e endócrino, a liberação de dioxinas tem sido um dos últimos

problemas sociais devido à grande quantidade de material incinerado nos últimos anos oriundos de resíduos da construção civil.

O PVC é o único material de construção a base de organoclorados, responsável por 40% do consumo de cloro no mundo colocando-o entre os materiais que causam impactos mais severos a natureza e ao ser humano. Grande quantidade de resíduos organoclorados são acidentalmente gerados e liberados no meio ambiente resultantes do processo de fabricação do PVC (THORNTON; PH, 2002).

Para (RAQUEL CRISTINA TEIXEIRA DE OLIVEIRA, 2014):

“O Polipropileno Copolímero Randômico, ou PPR, é um polipropileno que é uma resina *poliolefinica* que tem como principal componente o petróleo, que sofre processos químicos complexos com ruptura de cadeias moleculares, gerando o PPR, que por sua vez é a última geração de copolímero, e recebe o nome de randômico, pois suas unidades químicas não seguem qualquer sequenciação. Esta matéria prima foi desenvolvida pelos Europeus em 1954, segundo o manual da Amanco, 2010. De acordo com o mesmo, o polipropileno não é classificado como material perigoso segundo a norma NBR-10004 (Classificação de Resíduos Sólidos) e também segundo a ONU. Ele pode ser reciclado e é quimicamente pouco reativo, reconhecido, em geral, como inerte biologicamente. O polipropileno não é considerado tóxico por nenhuma legislação.”

De acordo com a norma de desempenho ABNT-15575/2013 de Edifícios Residenciais, a falta de desempenho em instalações hidros-sanitárias é a percepção do usuário da edificação quando suas expectativas não são atendidas, considerando todas as promessas feitas pelo construtor no momento da venda, conforme as prescrições normativas e seus requisitos.

Dentre os sistemas que compõem a construção, o sistema hidros-sanitário é aquele que mais entra em contato com os usuários e o seu mau funcionamento resulta em queda do bem estar físico e psicológico das pessoas (CONCEIÇÃO, 2007).

Consiste em uma patologia todo sistema ou subsistema que não atende aos requisitos mínimos exigidos por legislação específica, normalização ou regulamentação técnica (CORRÊA VIEIRA, 2016).

Pesquisas demonstram que é mais econômico e mais seguro executar corretamente da primeira vez evitando gastos com retrabalhos ou intervenções futuras (CORRÊA VIEIRA, 2016).

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Os itens a seguir descrevem todas as diretrizes para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 OBJETIVOS

A questão de pesquisa é a possibilidade de determinação da composição de paredes de vedação mais viável economicamente a longo prazo, considerando aspectos de sustentabilidade, conforto, durabilidade, velocidade de execução e, principalmente, custo. Os objetivos desta pesquisa classificam-se em principal e secundário, como descritos a seguir.

2.1.1 Objetivo principal

O Objetivo principal desta pesquisa é a comparação orçamentária entre paredes compostas por blocos cerâmicos vazados, utilizando instalações em PVC e paredes executadas com blocos cerâmicos estruturais com instalações em PP-R.

2.1.2 Objetivo secundário

Apresentar sistemas construtivos e materiais com propriedades distintas e suas técnicas de execução de forma a encontrar composições de alvenaria e instalações mais viáveis e apresentar seus benefícios durante todas as fases da obra e após o uso.

Avaliar as diferenças da representação da mesma planta usando as duas técnicas construtivas e suas implicações nas decisões de projeto e de execução.

2.2 PRESSUPOSTO

Este trabalho possui como pressuposto que dentre as composições de alvenaria e instalações hidros-sanitárias orçadas a que possui benefício global maior é a composição de alvenaria de blocos cerâmicos estruturais e instalações hidros-sanitárias em PP-R.

2.3 PREMISSA

Este trabalho tem por premissa o fato de que é preciso adotar projetos mais otimizados e compatibilizados de forma a gerar economia e velocidade com qualidade.

2.4 DELIMITAÇÕES

O presente trabalho delimita-se a apresentar duas composições de alvenaria e instalações hidros-sanitárias diferentes, assim como seus custos, tempos de execução e aspectos construtivos.

2.5 LIMITAÇÕES

As limitações deste trabalho estão restritas às diferenças de dados orçamentários disponíveis, visto que as regiões possuem mão de obra com índices distintos de produtividade para um mesmo tipo de serviço. Para este trabalho serão considerados materiais e mão-de-obra da região de Porto Alegre.

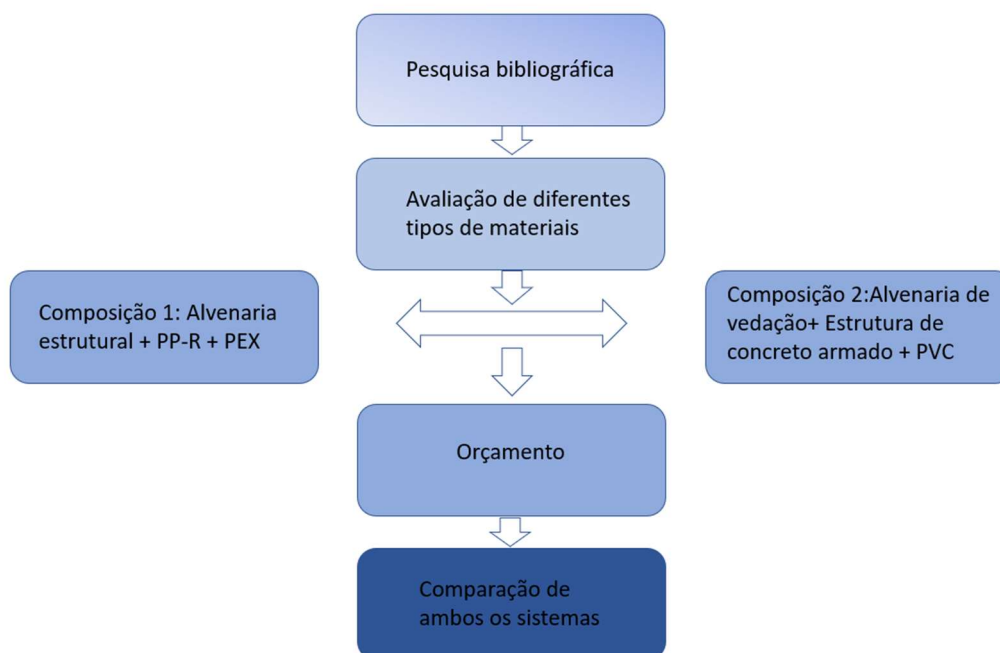
Neste trabalho a planta a ser utilizada para a orçamentação é residencial e hipotética, portanto deve ser igual para ambas as composições. Não serão avaliados infraestrutura, cobertura, materiais de revestimento ou instalações elétricas das edificações.

2.6 DELINEAMENTO

A avaliação dos materiais, composições e resultados foi feita de acordo com as etapas representadas a seguir:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Avaliação das propriedades dos materiais;
- c) Escolha dos materiais a serem usados nas composições;
- d) Elaboração dos projetos;
- e) Quantitativos de materiais para as duas composições e comparativos;
- f) Orçamento;

Figura 1-Diagrama de etapas do projeto



(fonte: elaborado pelo autor)

Este trabalho foi iniciado pelo levantamento bibliográfico e em seguida escolhido os materiais de acordo com suas propriedades mais adequadas para cada composição em função de suas características relacionadas aos processos construtivos, vida útil e durabilidade. Também foi feito uma pré-avaliação considerando também os itens a seguir: impactos dos processos de fabricação no meio ambiente, toxicidade e sustentabilidade. A pesquisa foi dividida em três conjuntos de etapas como indica a figura 1. Entre as duas composições de materiais escolhidas para a realização deste trabalho, a composição 2 é a mais utilizada pela indústria da construção civil, sendo composta por blocos cerâmicos vazados comuns, supra estrutura de concreto armado do tipo pilares e instalações em PVC rígido, modelo mais utilizado principalmente nas pequenas cidades; e a composição 1 escolhida pelo autor é a composta por alvenaria estrutural de blocos cerâmicos junto a instalações em PP-R.

As técnicas executivas de cada material foram apresentadas na revisão bibliográfica, à medida que foram apresentados os produtos para cada composição, onde detalhou-se os métodos de conexão das instalações em PVC, PP-R e PEX separadamente, desta forma também se apresentou para os blocos cerâmicos de origem estrutural e não estrutural para a alvenaria de paredes.

As duas composições de paredes tiveram os itens avaliados em função dos insumos por metro quadrado incluindo a mão-de-obra, com exceção das instalações hidros-sanitárias que foram orçadas por metro linear de tubo, componentes das instalações e mão-de-obra.

3 ALVENARIA

Aspectos normativos, catálogos de produtos, técnicas de execução e tipos de blocos usados neste projeto serão detalhados nos itens a seguir.

3.1 UM BREVE HISTÓRICO

O termo alvenaria vem de "alvener", "pedreiro", a partir do árabe *al-bannã*. A alvenaria pode servir tanto como vedação ou como estrutura de uma edificação. Neste segundo caso, assume o nome de *alvenaria estrutural*.

Nos itens a seguir serão mostrados os materiais e métodos para a execução de duas formas diferentes de alvenaria e suas bases de cálculo para os custos. Alguns detalhes tiveram de ser adaptados para que pudesse ser feito a modulação de blocos. Possivelmente todos ou quase todos os vãos da planta em estudo precisaram ter suas dimensões modificadas devido as distâncias em alvenaria estrutural necessitarem ser múltiplas do módulo do bloco, neste caso 14 cm.

Para (SOUSA, 2003):

A história do Homem não pode ser dissociada da história da arquitetura. Com efeito a memória da História não escrita é preservada nas construções – templos, fortalezas e cidades construídas pelo Homem, que começam a surgir com o desenvolvimento, precedido pela sedentarização do Homem. Se bem que as primeiras construções sejam em geral simples abrigos levados construídos com os materiais disponíveis, as construções humanas são mais do que simples abrigos, sendo o aspecto estético o elemento que distingue as construções humanas dos abrigos dos animais.

Desde muito cedo, segundo as realizações construtivas humanas são a síntese de 3 critérios – engenharia, economia e estética. A importância relativa dos 3 critérios é, em cada construção, decidida pelo construtor/arquiteto/projetista.

Se a história da civilização é a história da arquitetura, esta é a história das alvenarias. As alvenarias são sem dúvida a solução construtiva mais antiga, dado conciliarem as funções de envolvente exterior e de compartimentação tendo sido usadas em todos os tipos de construções desde tempos imemoriais.

(BONACHESKI, 2010) diz que as primeiras obras brasileiras em alvenaria estrutural datam de 1966 no conjunto habitacional Central Park na Lapa-RJ. Estas edificações inicialmente tinham apenas 4 pavimentos e eram construídos em blocos de concreto armado.

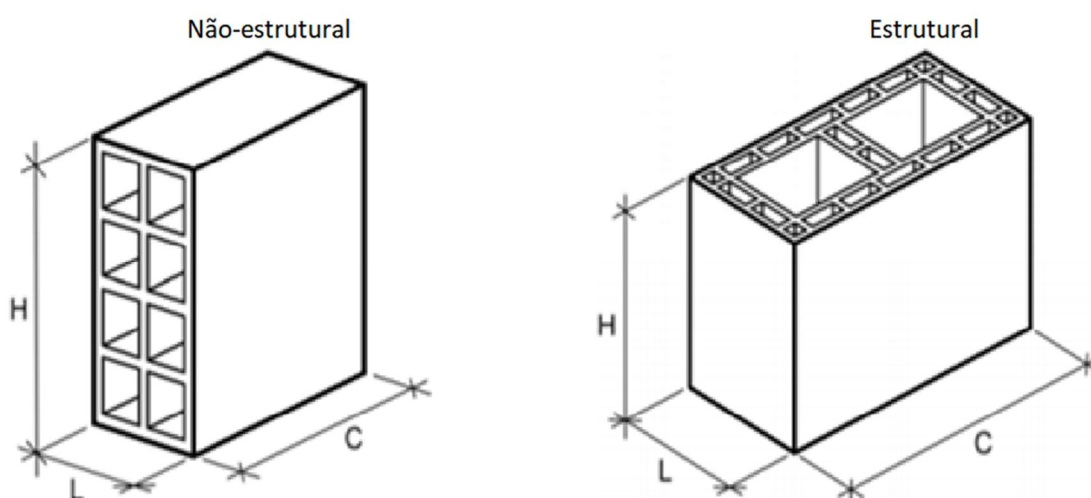
O auge da alvenaria estrutural no Brasil foi nos anos 80, contudo na época o sistema era visto como sistema destinado a população de baixa renda devido ao seu potencial de redução de custos. A falta de técnicas construtivas e a inexperiência dos construtores foram fatores

principais para que futuramente houvesse diversas patologias de origens diferentes e desta forma a alvenaria estrutural caiu em desuso novamente (BONACHESKI, 2010).

Atualmente com a normatização dos blocos componentes da alvenaria, as empresas que produzem estas peças cerâmicas estão mais preocupadas com as propriedades exigidas pelo mercado, testes e estudos são feitos objetivando sempre o melhor tipo de bloco de acordo as propriedades requeridas durante o uso e execução, e correlacionando positivamente prazos e custos.

De acordo com a ABNT NBR 15270 os blocos estudados neste trabalho são blocos estruturais e não estruturais de paredes vazadas e furos tanto na horizontal como na vertical, conforme a figura 2 a seguir:

Figura 2-Blocos Cerâmicos



(fonte:(ABNT NBR 15270-1, 2005))

As dimensões são em centímetros na sequência Largura(L), Altura(H) e Comprimento(C) na forma (LxHxC) podendo ser suprimida a unidade em centímetros.

O bloco cerâmico deve ser fabricado por conformação plástica de matéria argilosa, pode ser feito com ou sem aditivos, tem de ser queimado a elevadas temperaturas para que se tenha as propriedades esperadas para a utilização.

3.1.2 Dimensões de Fabricação

As dimensões de fabricação dos blocos estruturais e não estruturais são mostradas no quadro a seguir:

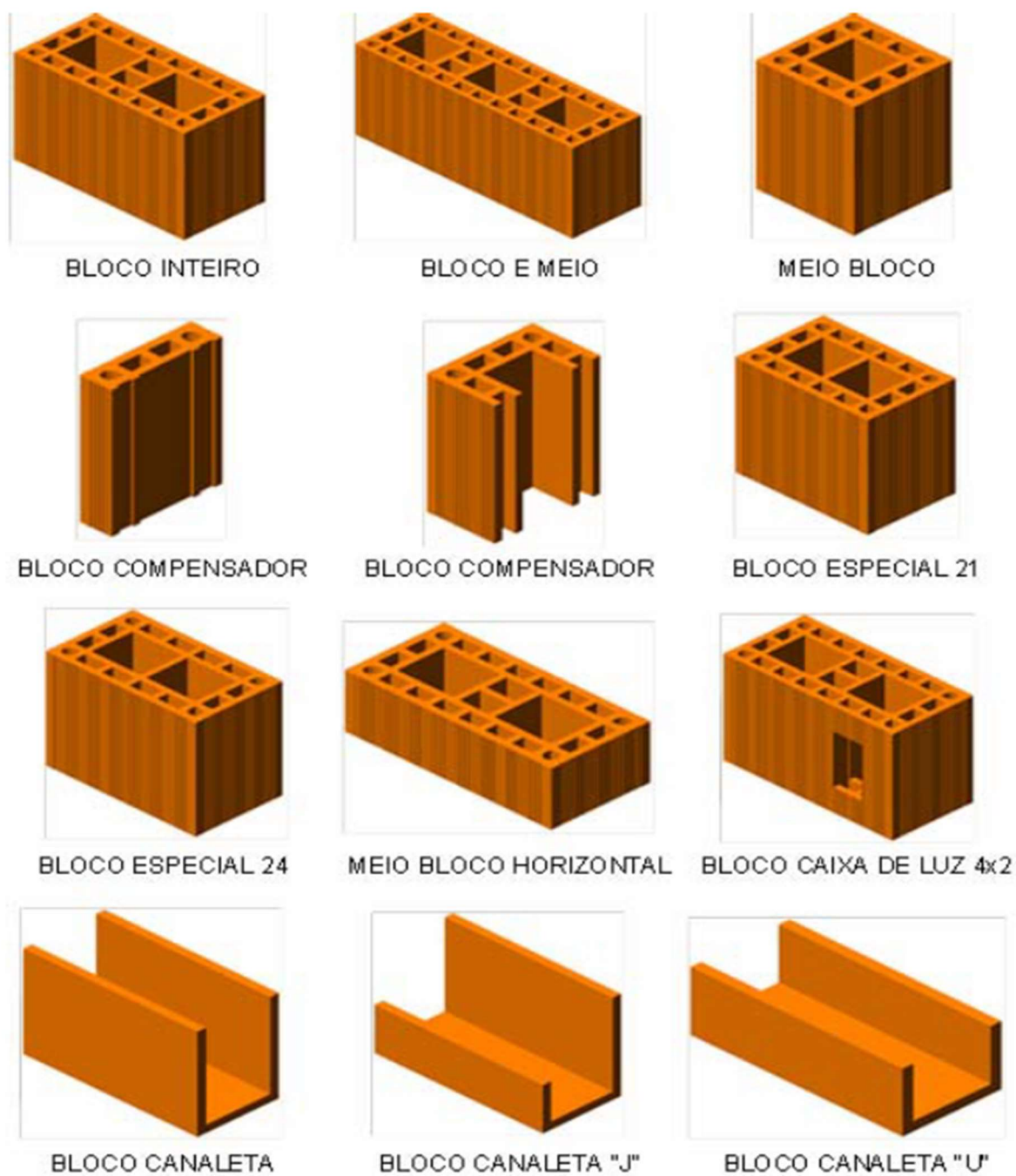
Quadro 1-Dimensões de Fabricação

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação cm					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
			Bloco principal	½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M			39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

(fonte: (ABNT NBR 15270-1, 2005))

Figura 3-Famílias de blocos



(fonte: catálogo PAULUZZI)

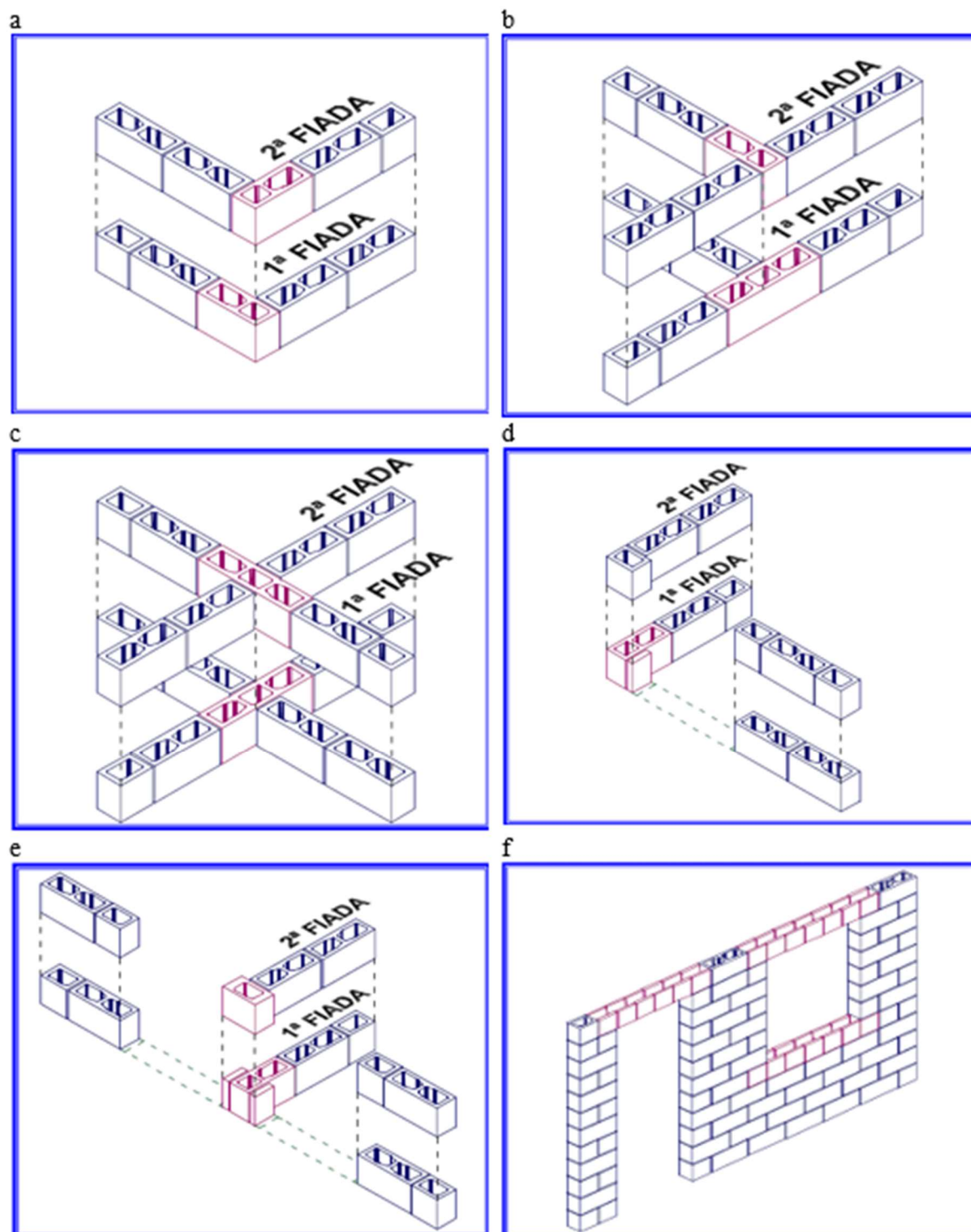
3.1.3 Amarração Direta

Sugerido por (RAMALHO e CORREA, 2003) deve-se sempre utilizar amarração direta, ou seja, intertravamento de 50% entre os blocos alternados.

Apresentam-se nas figuras a seguir alguns modelos de amarração direta sugeridos por (RAMALHO e CORREA, 2003) para amarrações em L, amarrações em T, detalhe para vão de 1 porta, detalhe para vãos de 2 portas, pontos de graute, vergas e contra vergas e fiada de respaldo.

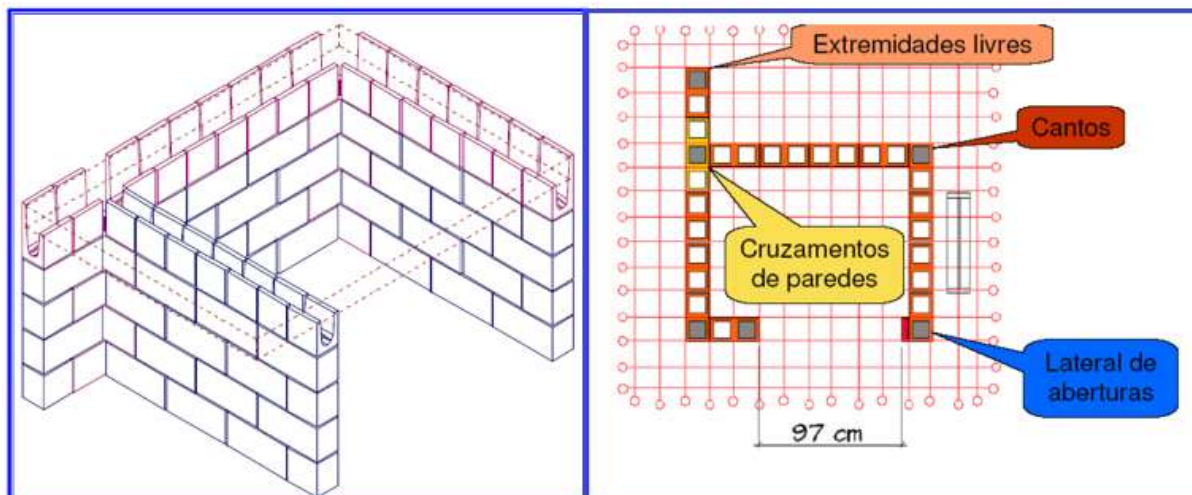
Este modelo apenas aplica-se para blocos com malha modular básica e largura modular de blocos iguais, a amarração direta aplica-se também aos blocos não estruturais com os furos na horizontal.

Figura 4-Detalhe para intertravamento de 50%



(fonte: DÉ SIR, 2010)

Figura 5-Fiada de respaldo e pontos de graute



(fonte: DÉSIR, 2010)

3.1.4 Argamassas

As argamassas utilizadas na execução de alvenaria de vedação devem atender a uma série de requisitos para que não haja problemas durante a vida útil da edificação. Para que tais propriedades sejam atendidas deve-se ficar atento as diferenças entre as argamassas usadas em obra e qual a sua finalidade para que o traço definido em projeto seja usado corretamente. As argamassas de assentamento devem ter as propriedades de forma a satisfazer as deformações térmicas, higrométricas e recalques, assim como ligar as unidades entre si oferecendo monoliticidade ao conjunto, distribuir adequadamente os esforços e proporcionar estanqueidade e durabilidade (DÉSIR, 2010).

Para que não haja problemas na execução e na vida útil da edificação a argamassa deve atender as propriedades requeridas tanto no estado fresco como no estado endurecido (DÉSIR, 2010).

Figura 6-Propriedades das argamassas

Argamassa de assentamento	
Estado fresco	Estado endurecido
trabalhabilidade	boa aderência
capacidade de retenção de água	boa resiliência
velocidade de endurecimento	adequada resistência a compressão
	geometria da junta uniforme
	pouca retração a secagem

(fonte: DÉ SIR, 2010)

As argamassas mais utilizadas em alvenaria estrutural devem apresentar as propriedades corretas de acordo com o traço, (DÉ SIR, 2010) recomenda o traço de 1:1:5 em volume. Tal mistura é a mais recomendada para edificações de pequeno porte como será estudado neste trabalho devido a sua resistência ficar em torno de 5Mpa.

Uma argamassa bem dosada é aquela que oferece maior resistência a compressão, maior aderência, maior impermeabilidade, maior durabilidade, maior trabalhabilidade e maior retenção de água, maior resiliência, baixa retração, baixo módulo de elasticidade e baixo custo (DÉ SIR, 2010).

3.1.5 Graute

Na alvenaria estrutural fazemos o uso de graute. De acordo com (DÉ SIR, 2010), o graute pode ser definido como um concreto de agregados finos, alta fluidez, alta resistência e baixa retração, comumente utilizado em blocos canaletas e blocos jota, serve também para preencher furos em regiões com cargas concentradas, preencher furos em vãos curtos com cargas distribuídas, preencher furos dos blocos para formar pilares e preencher furos onde se encontram as armaduras e sua resistência mínima deve ser de 14 MPa. Há dois tipos de graute: graute fino e graute grosso. Segue tabela comparativa dos dois tipos de graute.

Tabela 1-Tipos de Graute

Tipos de Graute	
Graute fino	Graute Grosso
1 saco de cimento	2 saco de cimento
até 35 dm ³ de cal	até 35 dm ³ de cal
até 88 dm ³ de agregado miúdo D _{máx} =4,8mm	até 88 dm ³ de agregado miúdo D _{máx} =4,8mm
até 37 litros de água	até 66 dm ³ de agregado graúdo D _{máx} =19mm
	até 35 litros de água
traço de 1:3 a 4- cimento e areia em volume	traço de 1:2 a 3:1 a 2 cimento, areia e brita 0 em volume

(fonte: DÉ SIR, 2016)

As propriedades esperadas para o graute usado em alvenaria estrutural devem seguir algumas diretrizes para que possamos aproveitar da melhor maneira possível e, também garantir o desempenho da edificação como um todo. (DÉ SIR, 2010) afirma que o graute deve ser fluido, coeso de forma a evitar a segregação, deve possuir aderência aos blocos, resistência a compressão superior a 14MPa, baixa retração através do uso da cal ou aditivos plastificantes e principalmente adequada trabalhabilidade com slump entre os valores de 20 e 23cm.

3.1.6 Estrutura porticada de concreto armado

A alvenaria de blocos cerâmicos com furos horizontais não possui finalidade estrutural, assim necessariamente faz-se o uso de estruturas de concreto armado como pilares e vigas pois ela apenas sustenta o seu peso próprio e não resiste as demais ações impostas pelo uso da edificação. Responsável pela compartimentação dos ambientes e pela vedação externa a alvenaria de blocos com furos horizontais e estrutura portante de concreto armado é a composição mais comum usada pela indústria. As empresas construtoras que fazem o uso da alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado não utilizam projetos de alvenaria e as soluções são improvisadas durante a execução dos serviços gerando retrabalho, sujeira, desperdício e conseqüentemente, menor produtividade (TAKUSHI, 2016).

4 INSTALAÇÕES HIDROS-SANITÁRIAS

O capítulo seguinte apresenta os tipos de instalações hidros-sanitárias usadas neste trabalho e suas principais características, como propriedades dos materiais e técnicas de execução, bem como suas referências normativas.

4.1 POLIPROPILENO RANDÔMICO TIPO 3 (PP-R)

As instalações hidráulicas em POLIPROPILENO RANDÔMICO TIPO 3 (PP-R) vêm sendo usadas desde os anos 60 na Europa. No Brasil esta tecnologia vem sendo aplicada desde 2008 e cada vez mais as empresas construtoras estão optando por materiais mais satisfatórios no quesito durabilidade e sustentabilidade. As instalações em PP-R vêm sendo usadas em substituição ao cobre, pois possuem resistência a temperaturas de até 95°C e não precisa de revestimento para isolamento acústico e térmico. Outro ponto positivo é que o PP-R não é considerado reativo por nenhuma norma no mundo sendo amplamente utilizado também em instalações industriais (POSSAMAI, 2012).

O seu método construtivo exige uso de mão de obra qualificada pois trata-se de um método de instalação diferente dos demais, pois utiliza-se o termofusor como ferramenta principal.

Figura 7-Ferramentas para execução de tubulações em PP-R

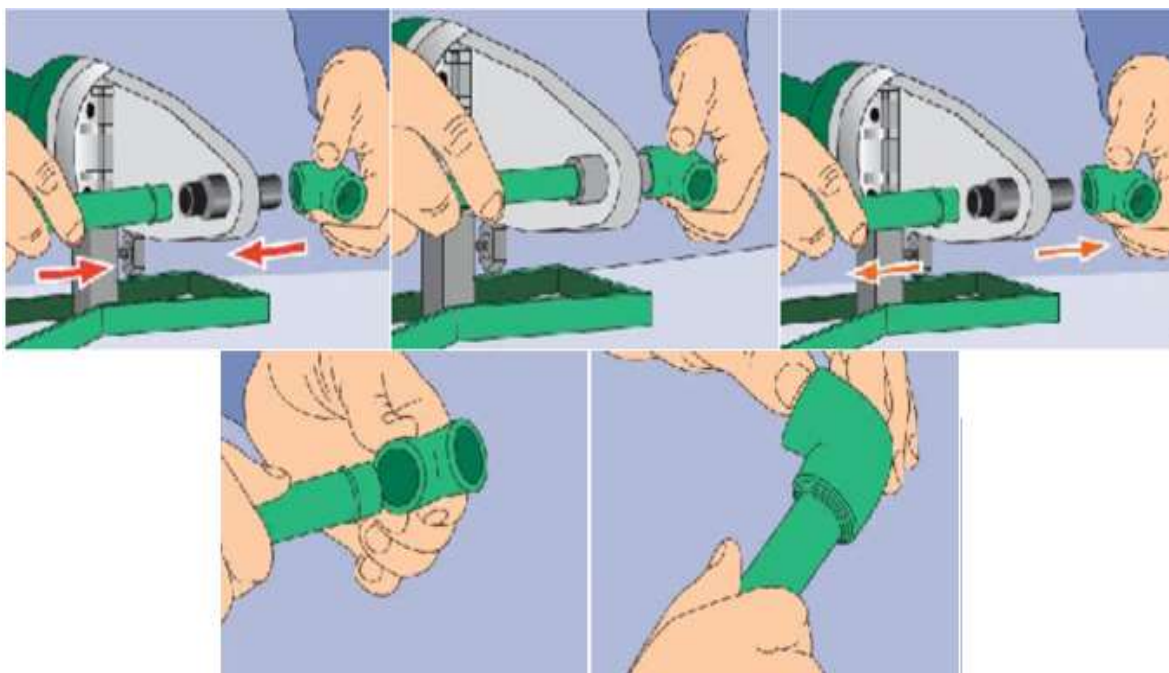


(fonte: NBR 7198)

A NBR 7198 estabelece diretrizes para a instalação das tubulações em PP-R, diferente das instalações em PVC. As instalações em PP-R são soldadas com equipamentos específicos e após sua instalação a tubulação fica isenta de emendas deixando assim a instalação mais segura contra vazamentos e com maior durabilidade.

Os bocais são acoplados no termofusor e aquecidos até uma temperatura de 260°C, somente assim estará pronto para o uso. O tubo e a conexão devem ser introduzidos ao mesmo tempo nos bocais do termofusor perpendicularmente até que as reações de aquecimento aconteçam. A figura 7 mostra como deve ser feito união das tubulações.

Figura 8-Etapas no processo de execução PP-R



(fonte: NBR 7198)

Os tempos de termofusão são explicitados na tabela a seguir. Recomenda-se aumentar os tempos mínimos em 50% caso a temperatura ambiente seja inferior a 10°C podendo assim ser feita uma temo fusão segura.

Quadro 2-Tempos Mínimos para conexão de instalações em PP-R

Diâmetro nominal DN	Tempo mínimo de contato para aquecimento (s)	Intervalo máximo para introdução (s)	Tempo de esfriamento (min)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6
110	50	10	8

(fonte: NBR 7198)

O PP-R é preferencialmente utilizado em instalações de água quente, porém, neste trabalho será também utilizado em instalações de água fria objetivando a máxima durabilidade possível da edificação e de seus subsistemas como um todo. As instalações em PP-R são dimensionadas para resistir a um período mínimo de 50 anos de acordo com a NBR 7198.

4.2 POLICLORETO DE VINILA (PVC) E POLICLORETO DE VINILA CLORADO (CPVC)

As empresas construtoras fazem o uso do PVC e CPVC por se tratar de um material soldável e de fácil obtenção. Suas propriedades são satisfatórias se comparadas com o custo do material, porém, atualmente, o PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo, com uma demanda mundial superior a 27 milhões de toneladas no ano de 2001, sendo a capacidade mundial de produção de resinas de PVC estimada em cerca de 31 milhões de toneladas/ano. Dessa demanda total, o Brasil foi responsável pelo consumo de cerca de 2,5% de resinas de PVC. Esses dados mostram o potencial de crescimento da demanda de resinas de PVC no Brasil, uma vez que o consumo per capita, na faixa de 4,0 kg/hab/ano, ainda é baixo quando comparado ao de outros países afirma (BASH, 2015).

(BASH, 2015) diz:

Em 1926, W. Semon descobriu nos Estados Unidos que, misturando o PVC com fosfato de tricresila ou ftalato de dibutila - hoje conhecidos como plastificantes - era possível processá-lo e torná-lo altamente flexível. O problema da baixa estabilidade ao calor foi posteriormente superado com o desenvolvimento de uma série de compostos organometálicos e sais baseados principalmente em chumbo, cádmio, bário, zinco, cálcio e estanho, com propriedades de estabilização dos intermediários responsáveis pelas reações de degradação térmica. Com isso, deu-se início à produção comercial do PVC. Os alemães começaram a produzi-lo nos anos 30, enquanto a produção britânica teve início nos anos 40.

Diversas empresas produzem o PVC e CPVC atualmente, fazendo assim um produto de alto consumo e com uma grande variedade de componentes. As orientações para execução são fornecidas no manual do usuário pelos fabricantes e pela norma ABNT (NBR 5688). As instruções a seguir estão de acordo com o manual da REDEBRAS.

Figura 9-Etapas no processo de execução de instalações em PVC



(fonte: manual REDEBRAS)

O CPVC é comumente utilizado em instalações de água quente é vendido nos diâmetros de disponível nos diâmetros nominais DN 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89 e 114mm, suporta temperaturas ocasionais de 95° graus e possui baixa perda de calor, cerca de 0,7%/m para uma vazão de 8l/minuto dispensando isolante térmico. Sua resistência a pressão é de 60 m.c.a.

As tubulações e uniões em CPVC são facilmente encontradas no mercado e sua técnica executiva é idêntica a técnica utilizada nos tubos em PVC para água fria.

4.3 POLIETILENO RETICULADO MONOCAMADA (PEX)

Conhecido como PEX, o polietileno reticulado monocamada apresenta algumas diferenças básicas entre o PVC e o PP-R. Para o PEX a principal diferença está no abastecimento de água, em tubos PVC e PP-R para cada mudança de direção são necessárias conexões de encaixe fazendo assim uma estrutura completamente fragmentada por emendas, já para as instalações em PEX as conexões apenas existem nas extremidades pois se trata de uma tubulação flexível e que resiste a altas pressões de serviço, isso além de reduzir a perda de carga e o golpe de aríete faz com que não haja vazamento nas emendas pelo fato de não haver emendas (POSSAMAI, 2012).

Os manuais técnicos dos fabricantes assim como a (NBR 7198) indicam as ferramentas necessárias para a instalação das tubulações PEX, dada a técnica construtiva faz-se necessário o uso de ferramentas específicas como: alicate de corte, alicate cripador, alicate de alargamento como é mostrado na figura 9.

Figura 10-Ferramentas necessárias para instalação



(fonte: manual ASTRAPEX)

Este sistema é racionalizado e vendido em bobinas de 50 e 100 metros, desta forma reduz-se o desperdício com retalhos de tubulações que não podem ser aproveitados. A figura 11 a seguir mostra os elementos deste tipo de instalação.

Figura 11-Sistema PEX



(fonte: MANUAL AMANCO)

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

Cada ponto de água é alimentado por uma linha exclusiva, chamada de módulo distribuidor. As linhas podem ser direcionadas através de conduítes exclusivos e acessíveis para futura manutenção e sem causar a destruição de revestimentos, alvenaria e até mesmo outras instalações.

5 METODOLOGIA

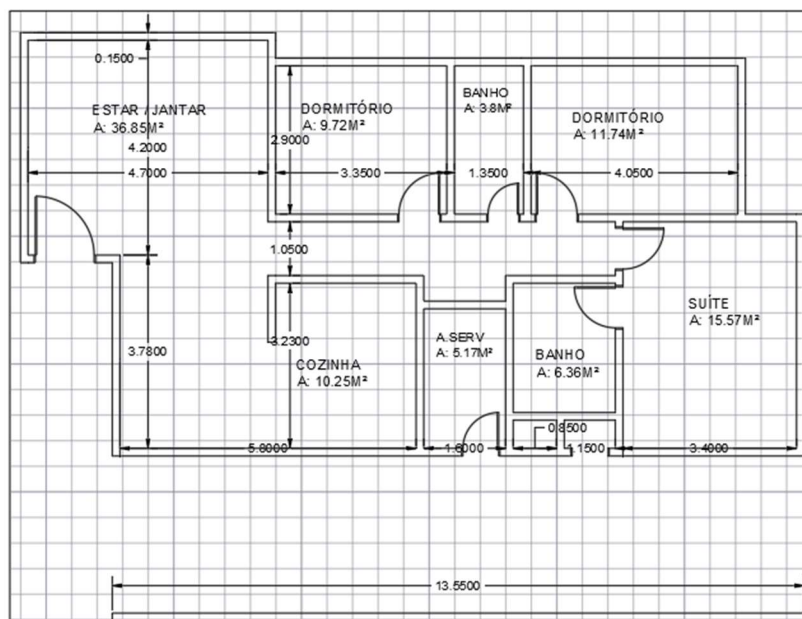
Devido à grande competitividade entre as empresas de construção civil faz necessário o uso de orçamentos detalhados para que não seja passado para o cliente valores fora do normal ou valores que não contemplem todas as etapas da obra (TAKUSHI, 2016).

Neste trabalho, para as composições 1 e 2 serão estudados apenas os blocos estruturais e não estruturais da família 14.

O orçamento será feito de acordo com os quantitativos de materiais usados em cada composição e o seu respectivo padrão seguindo os índices do TCPO e preços de fornecedores da região de Porto Alegre, assim como dados do SINDUSCOM a respeito dos valores da mão-de-obra. O quantitativo de materiais será feito para uma planta hipotética padrão médio, residência do tipo R1-N.

A figura 12 mostra a planta utilizada neste trabalho.

Figura 12-Planta Residencial do tipo R1-N



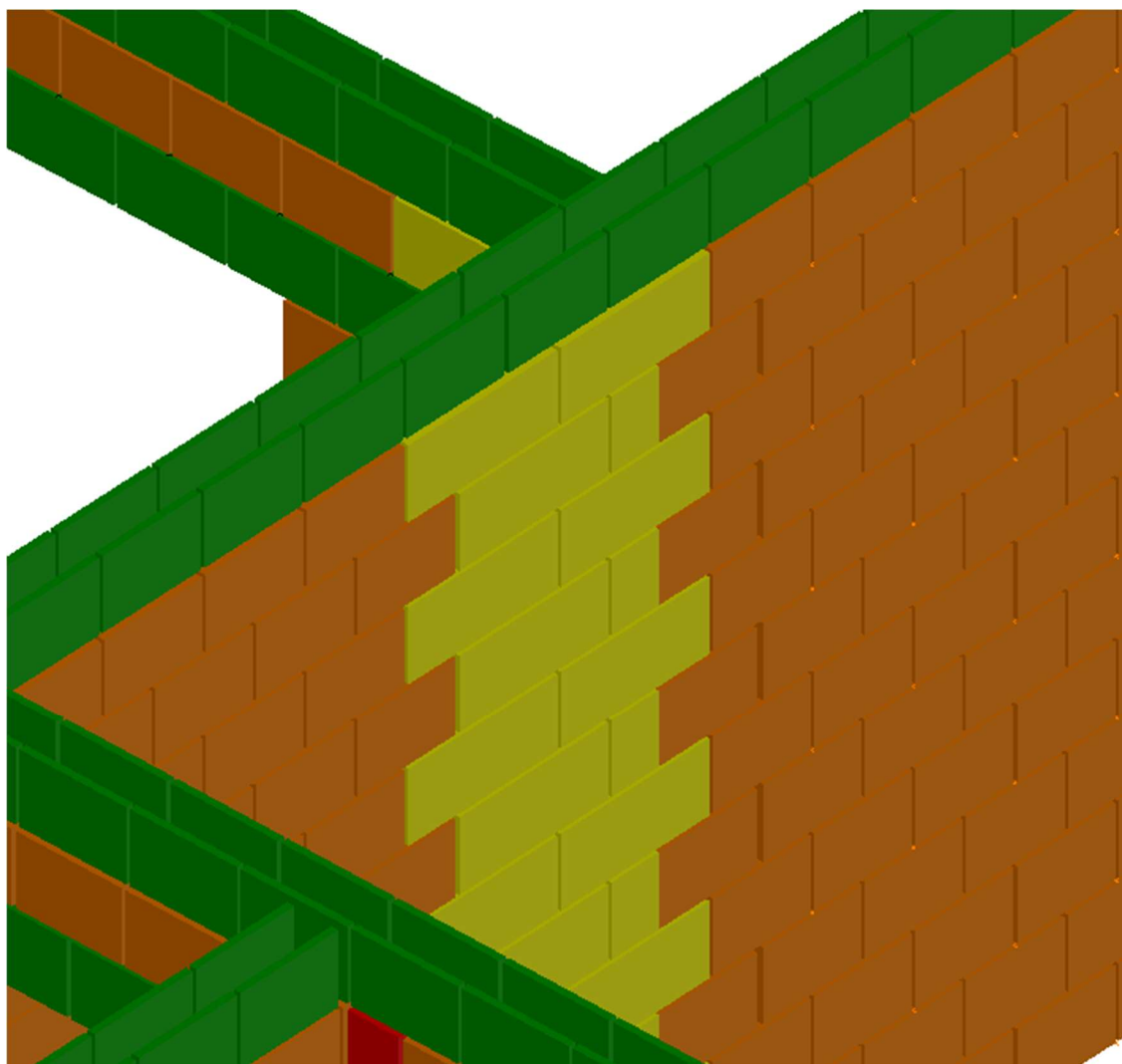
(fonte: elaborado pelo autor)

A modulação feita em blocos da família 14 implicou em limitações arquitetônicas da planta original.

As medidas dos cômodos não se mantêm exatamente iguais à planta original, a modulação de blocos cerâmicos estruturais causa impactos arquitetônicos havendo assim mudanças nas dimensões de praticamente todos os cômodos.

Também houve a necessidade de modificar alguns itens da edificação como por exemplo: vãos de portas e janelas, medida interna dos cômodos e uma pequena adaptação na modulação para que não tivéssemos junta prumo.

Figura 13-Adaptação no encontro de paredes



(fonte: elaborado pelo autor)

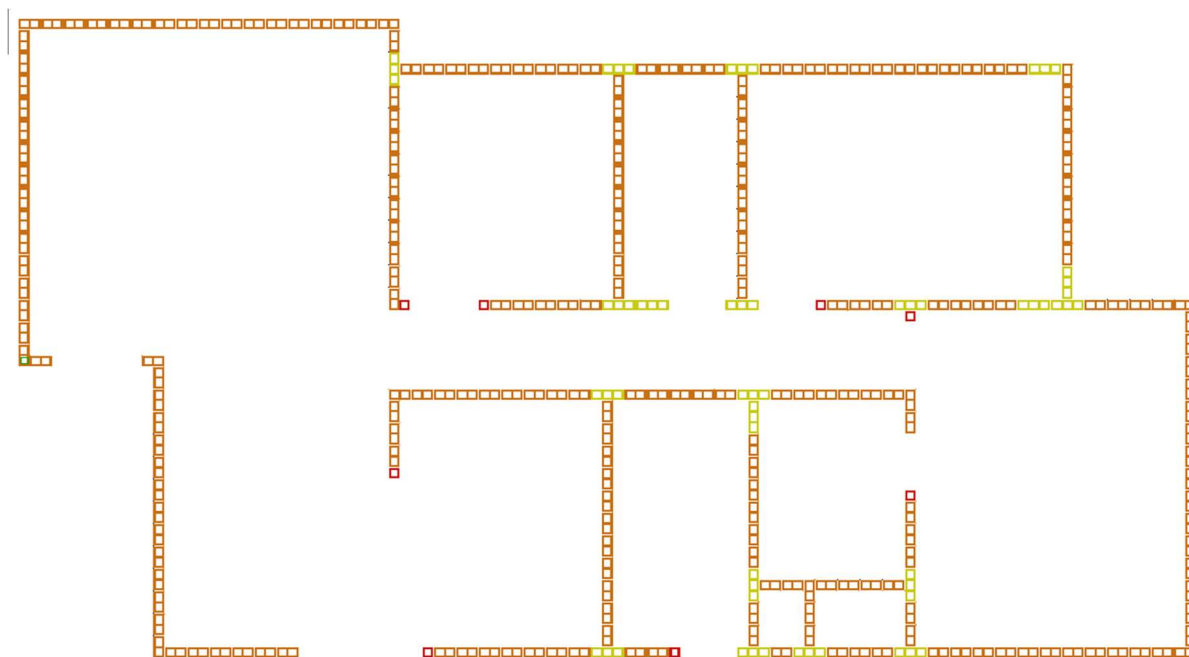
Uma das dificuldades encontradas para fazer a modulação de forma a não ocorrer junta prumo foi o encontro de paredes como mostra a figura 13, onde foi necessário utilizar bloco e meio nas 3 direções da parede. Este caso não contempla as instruções de (DÉSIR, 2010) como pode ser visto na figura 4. Para que fosse possível fazer a modulação de acordo com a figura 4 seria necessário modificações muito significativas no corredor, no banheiro da suíte e no quarto da suíte de forma que, ou o corredor ficaria muito estreito, ou o banheiro com dimensões muito próximas a um quadrado, ou o quarto com suas dimensões grandes demais.

A modulação das primeiras fiadas definem o restante da planta, por exemplo: para manter o nivelamento entre as bordas superiores das portas e janelas deveria subtrair a altura da porta da altura da janela inicialmente para definir a altura do peitoril nas janelas. Devido à falta de

experiência na área de projetos, isto não foi feito inicialmente causando grandes implicações no final do projeto como por exemplo a necessidade de refazer as últimas 3 fiadas.

A primeira fiada foi definida como mostra a figura 14:

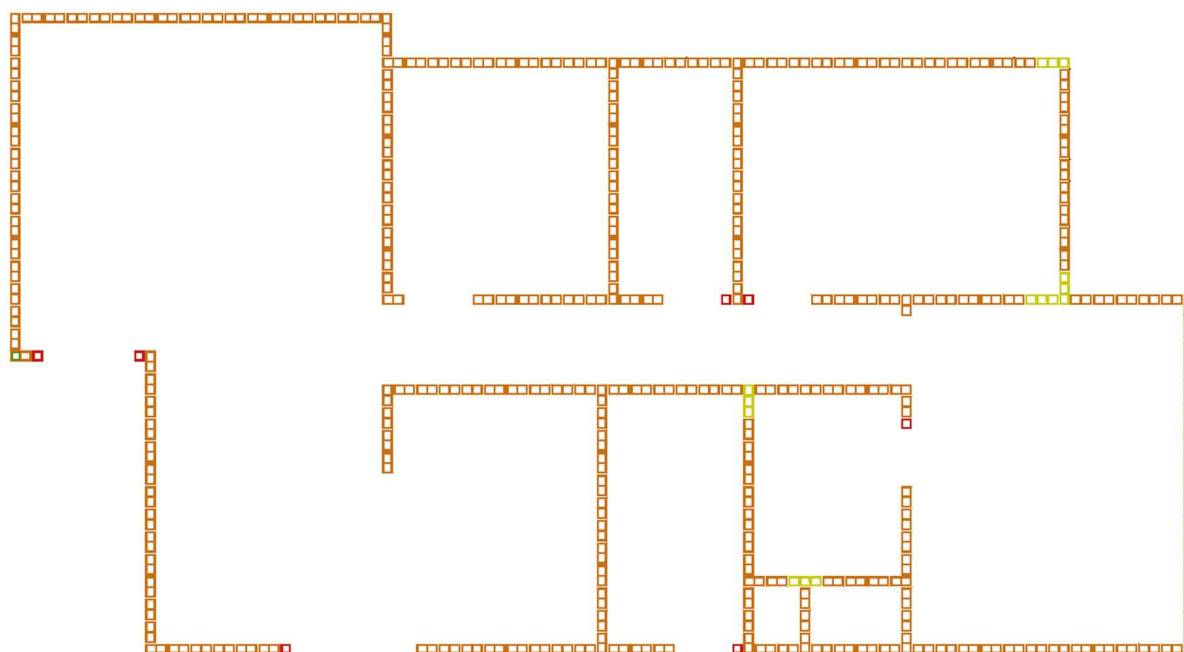
Figura 14-Modulação de primeira fiada



(fonte: elaborado pelo autor)

A modulação de segunda fiada também precisou ser feita desde o início ficando como mostra a figura 15.

Figura 15-Modulação de segunda fiada



(fonte: elaborado pelo autor)

Este projeto foi feito no AutoCad 2017 estudantil.

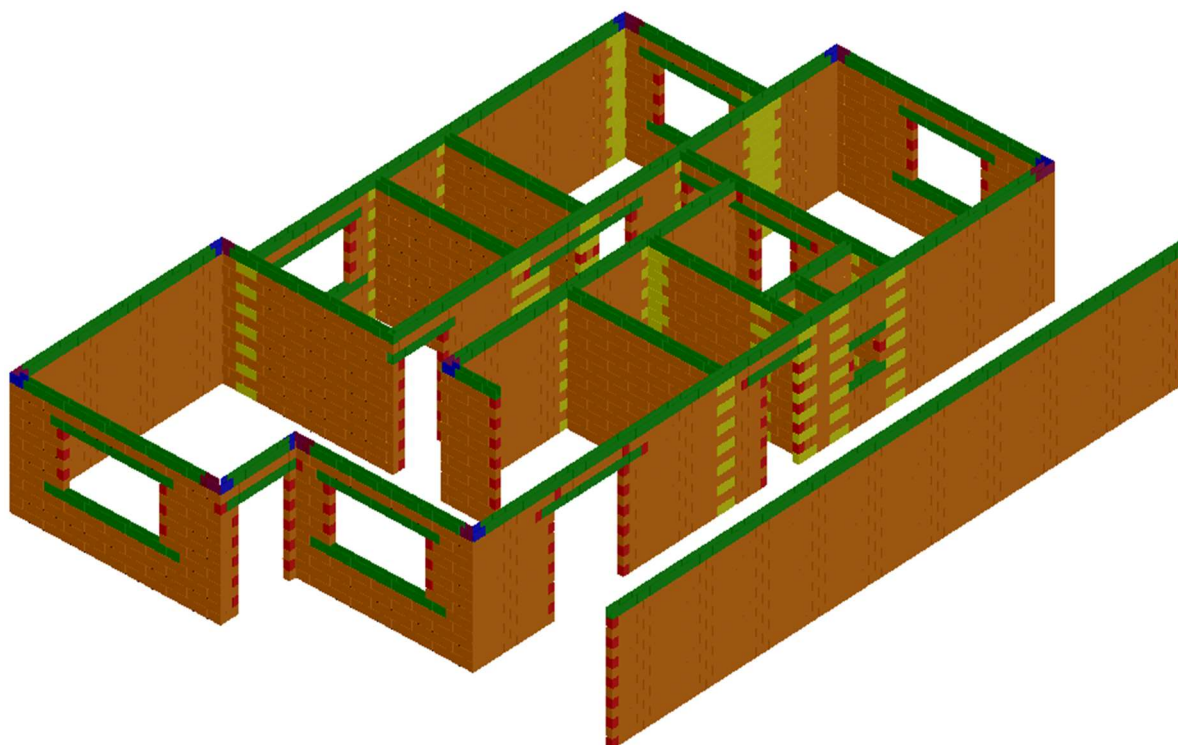
Após a elaboração das fiadas principais as mesmas eram compatibilizadas usando o comando LAYISO, comando no qual isola apenas a fiada de interesse, em seguida o comando COPY que seleciona e copia esta fiada, por fim estas fiadas são copiadas uma sobre as outras e com o comando LAYUNISO é desfeito o isolamento das fiadas principais.

Após esta etapa foram feitos os vãos de portas com meio bloco intertravando as fiadas, até a altura do vão da porta que neste caso foi de 2,2 metros.

O resultado da modulação pode ser mostrado sem maiores detalhes na figura 14 abaixo.

Em amarelo estão identificados os blocos de 44 cm, em marrom os blocos de 29 cm, em vermelho os blocos de 14 cm, em verde os blocos calhas e em azul e lilás estão representados os blocos calha que necessariamente serão cortados para a execução dos cantos.

Figura 16-Modulação de blocos de família 14



(fonte: elaborado pelo autor)

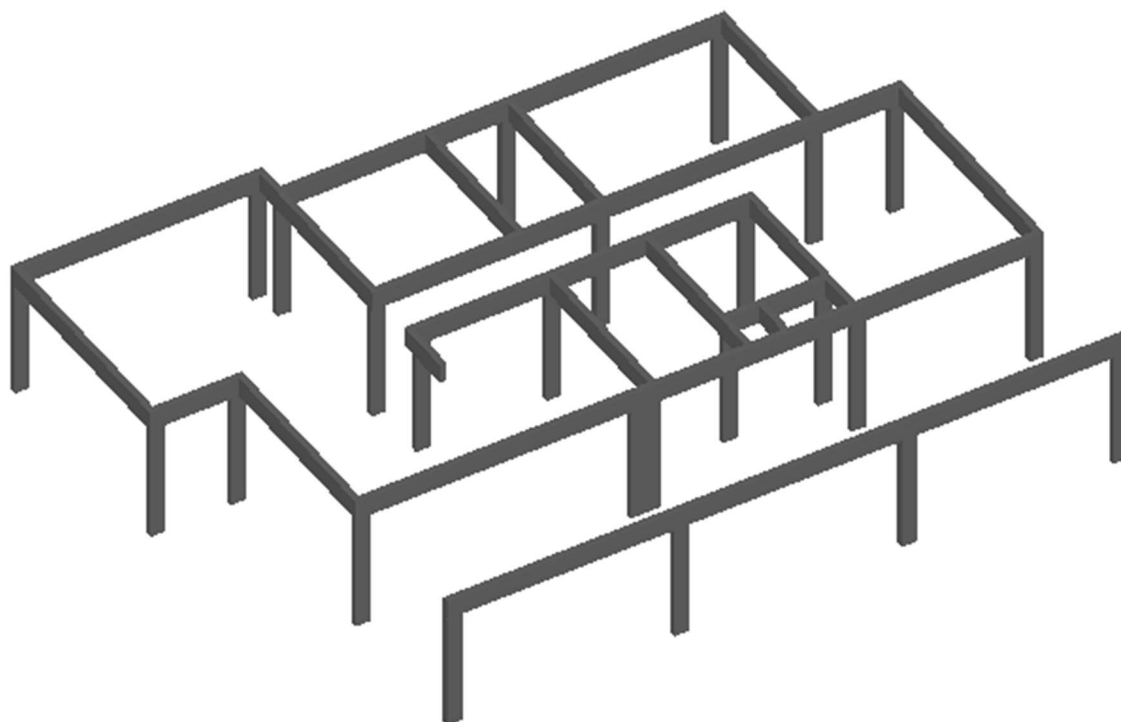
Após a elaboração do projeto de alvenaria, começa a etapa de execução. De nada adianta um projeto muito bem elaborado se o mesmo não é seguido, ou seja, no canteiro de obras são adotadas soluções alternativas. Deve-se ter cuidado na seleção dos operários, para que os mesmos respeitem as determinações do projeto (ENDRES, 2012).

As instalações hidros-sanitárias serão dimensionadas e orçadas detalhadamente no decorrer deste trabalho, o projeto terá pequenas diferenças em relação as técnicas executivas usadas nas áreas de banheiro, cozinha e lavanderia.

A proposta inicial seria do sistema PEX junto ao sistema de PP-R, garantindo a racionalização dos componentes e a facilidade de manutenção, grandes diferenciais para este sistema.

Para a composição 2, a planta original foi refeita com supra estrutura de concreto armado, a figura 17 mostra a estrutura de concreto armado que será considerada neste trabalho.

Figura 17-Estrutura de concreto armado para edificações do tipo R1-N



(fonte: elaborado pelo autor)

O dimensionamento dos elementos vigas e pilares foi feito utilizando a norma NBR 6118 para armadura e estribo mínimo. As vigas possuem taxa de armadura de $4,9\text{cm}^2$ e os pilares de $4,7\text{cm}^2$.

Tabela 2-Armadura de pilares e vigas

Armadura de vigas 14x30- TOTAL 91 metros		Armadura por pilar 14x30x250- TOTAL 24 unidades	
As	4 barras ϕ 12.5mm		6 barras ϕ 10mm
Asw	650 ϕ 5mm s=14cm		17 ϕ 5mm s=14cm

(fonte: elaborado pelo autor)

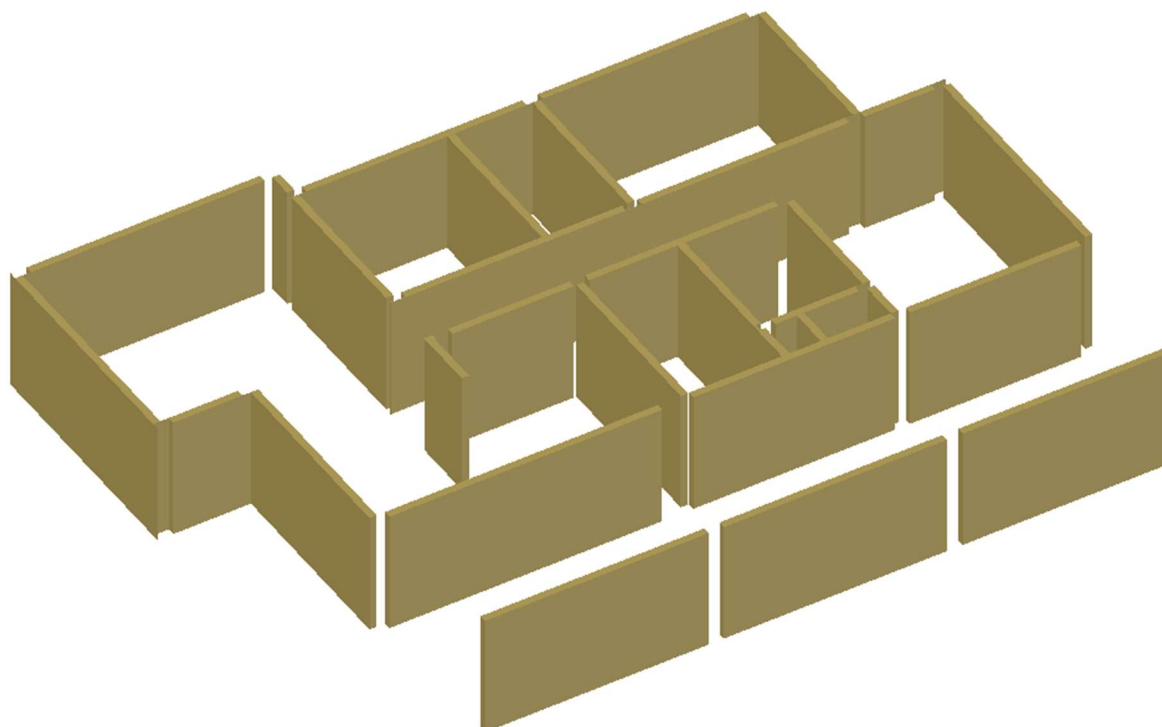
Figura 18-Formas de pilares e vigas



(fonte: elaborado pelo autor)

Como neste caso não há modulação, o cálculo do número de blocos utilizados será feito dividindo o volume de parede total pelo volume unitário do bloco, também será feito uma estimativa de volume de quebra onde a alvenaria faz encontro com cada pilar.

Figura 19-Volume de alvenaria



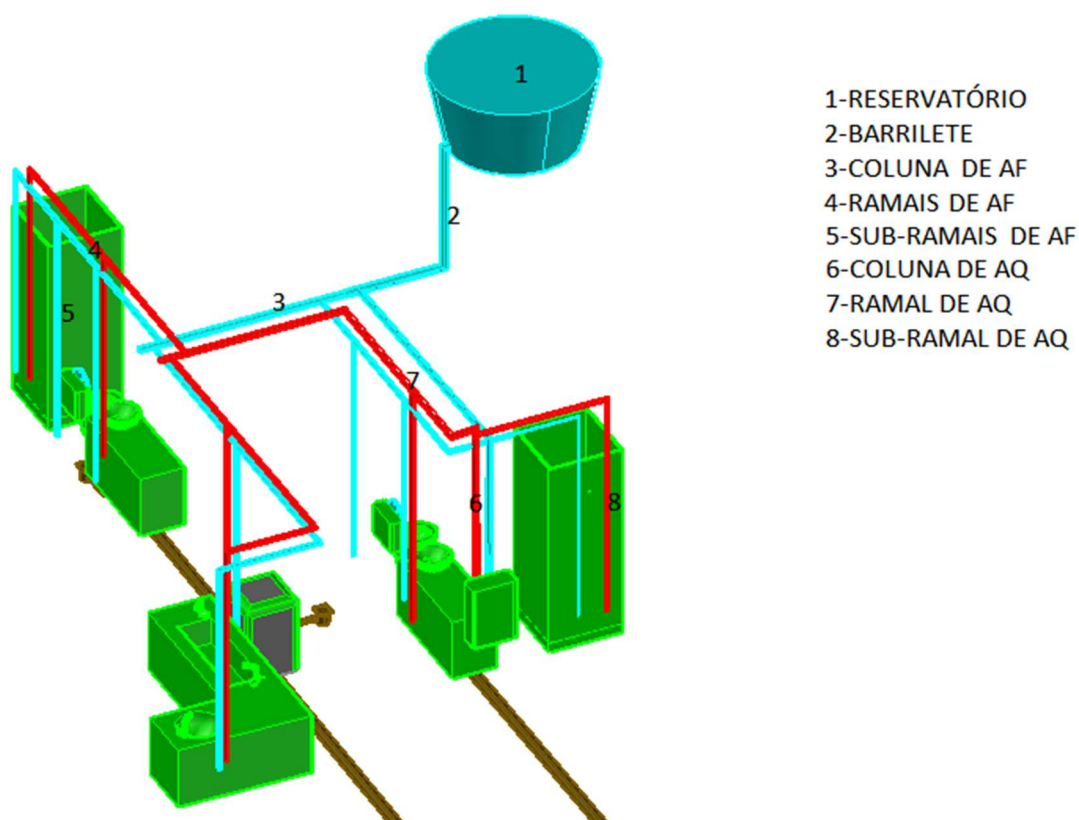
(fonte: elaborado pelo autor)

Na composição 2 as instalações hidros-sanitárias serão orçadas todas em PVC e CPVC, inclusive os banheiros, cozinha, área de serviço e ramais de esgoto, não haverá sistema PEX. Este padrão construtivo é comumente utilizado em edificações de pequeno porte.

As instalações hidros-sanitárias de água fria e quente serão projetadas de acordo com a normas ABNT NBR 7198/93 e ABNT NBR 5626/98. Uma das vantagens de se utilizar PEX nas instalações é a ausência de emendas e joelhos facilitando a instalação, porém para o projeto proposto o sistema PEX apresentou um custo adicional devido a instalação de dois pares de módulos distribuidores de elevado custo. A instalação também poderia ser feita com apenas um par de módulos distribuidores, porém as tubulações em PEX necessariamente teriam um tamanho indesejado para este projeto podendo causar ineficiência no sistema de aquecimento com perdas e calor para o ambiente devido ao seu grande comprimento e sua pequena espessura do tubo e também o seu pequeno diâmetro.

Alternativamente a opção mais econômica foi implementar tubulações em PP-R para toda a edificação na composição 1, desta forma tem-se poucas curvas e as colunas de água descerão a prumo por dentro da parede até seus locais de uso. A figura 19 representa um croqui das instalações de água quente e fria e a identificação de cada ramo.

Figura 20-Instalações hidros-sanitárias



(fonte: elaborado pelo autor)

Como pode ser visto, para termos acesso aos pontos de utilização de água não foi preciso traçar um maior número de curvas elevando o custo para o projeto. Outro ponto positivo é o fato de termos apenas um tipo de material, de forma a simplificar os quantitativos, a compatibilização entre eles e, também a contratação de mão-de-obra especializada em outra atividade.

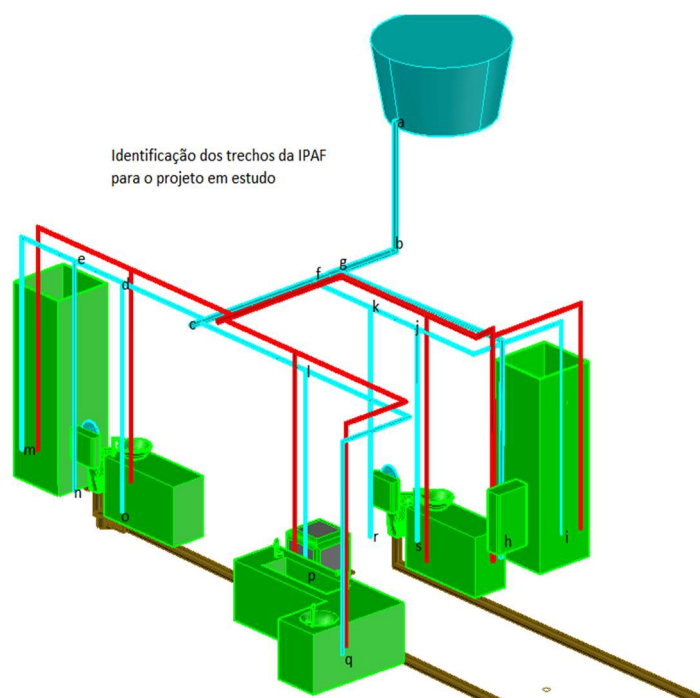
As instalações em PVC da composição 2 seguirão o mesmo croqui representativo da figura 19 e serão completamente orçadas em PVC e CPVC não havendo subsistemas como o PEX por exemplo.

5. 1 DIMENSIONAMENTO DAS INTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E QUENTE

O dimensionamento feito para este projeto seguiu as recomendações da ABNT NBR 5626/98, algumas modificações com relação aos diâmetros mínimos dos sub-ramais foram feitas afim de minimizar a variedade de diâmetros para reduzir perdas por recorte e uniões.

Para todos os sub-ramais foram utilizados diâmetros mínimos de 25mm, embora a norma permita o uso de sub-ramais com 15mm. Esta adaptação facilita os quantitativos e, também a instalação além de proporcionar menor perda de carga e maior pressão nos pontos de utilização. Vale ressaltar que a oferta no mercado de tubos de 25mm é maior por que seu uso é mais difundido em todas as regiões do país.

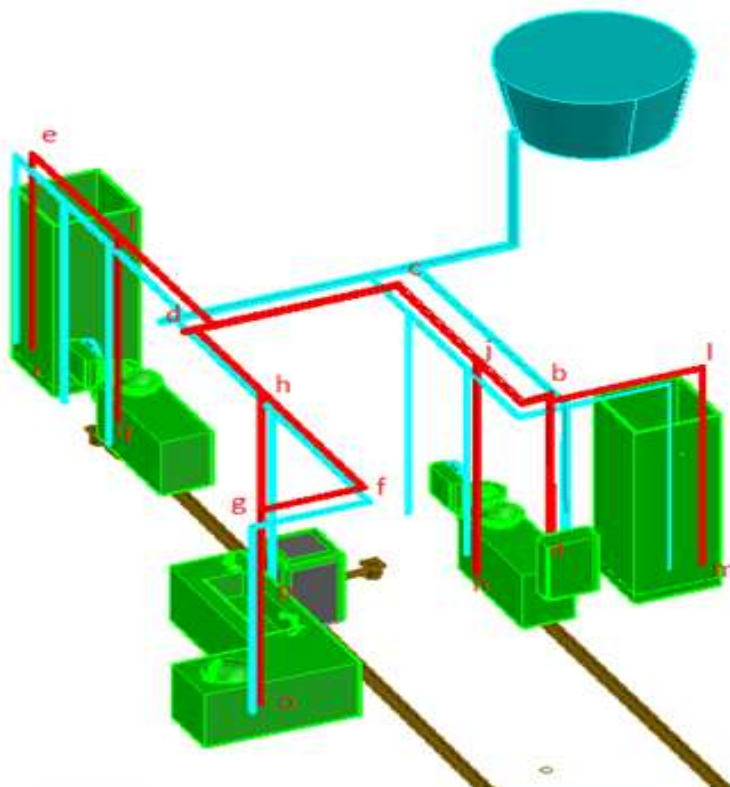
Figura 21-Identificação dos trechos na instalação de água fria



(fonte: elaborado pelo autor)

Necessariamente foi separado os ramos da instalação de água fria e quente afim de facilitar a visualização do projeto, a figura 22 representa a identificação dos trechos de água quente.

Figura 22-Identificação dos pontos de água quente



(fonte: elaborado pelo autor)

O trecho a-b corresponde a saída de água quente do aquecedor, o desnível do equipamento causou pressão negativa no restante da rede e, conseqüentemente, não atendeu as pressões mínimas de projeto para os pontos de utilização. Alternativamente fez-se o uso de bombas pressurizadoras como mostra a figura abaixo.

O equipamento de aquecimento exige uma vazão mínima de 30L/min, adotou-se o modelo PB 135 de 45 L/min para operar com sobra de capacidade caso haja expansão da rede.

Figura 23-Bomba pressurizadora de 45L/min



(fonte: Bosch)

Os parâmetros de projeto usados no dimensionamento da bomba, aquecedor e as instalações constam na tabela a seguir.

Tabela 3-Parâmetros hidráulicos de escoamento

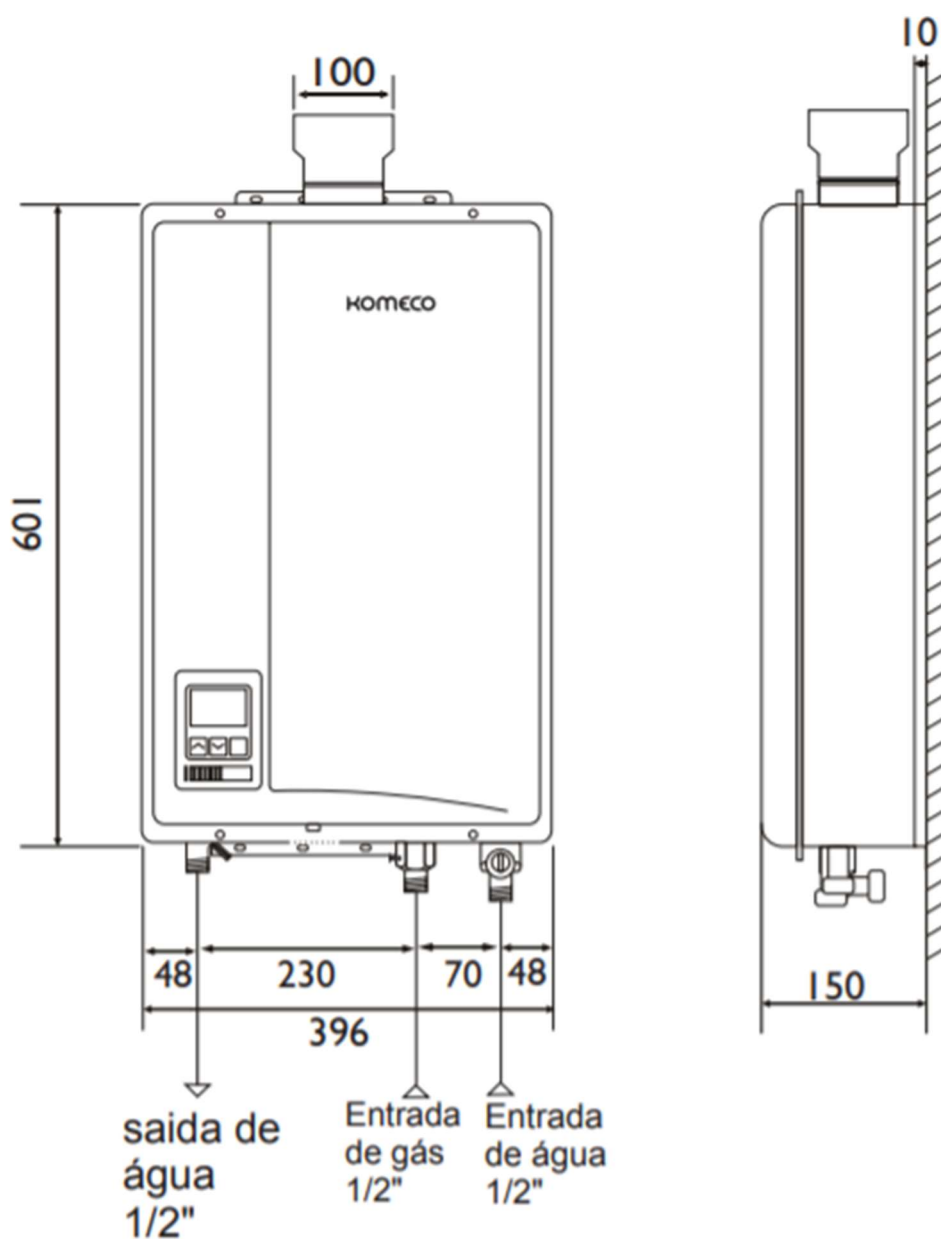
Parâmetros	Unidades	Símbolos
Vazão	Litros por segundo	L/s
	Metros cúbicos por hora	m ³ /h
Velocidade	Metros por segundo	m/s
Perda de carga unitária	Metros de coluna d'água por metro	mH ₂ O/m
	Quilopascals por metro	kPa/m
Perda de carga total	Metro de coluna d'água	mH ₂ O
	Quilopascals	kPa
Pressão	Quilopascals	kPa
	Metros de coluna d'água	mca

(fonte: ABNT NBR 5626/98)

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

Representado na figura 21 pela letra 'a', o aquecedor considerado em projeto é o modelo da marca KOMECO com as características de acordo com a figura abaixo.

Figura 24-Aquecedor de projeto



(fonte: Komeco)

De acordo com a ficha técnica a pressão ideal de operação deve ser superior a 10 m.c.a e inferior a 60 m.c.a.

Figura 25-Ficha técnica

TIPO DE GÁS	GLP	GN
Vazão de água com acréscimo de 20 ^º (L/min)	30,0	31,0
Classificação INMETRO	A	A
Rendimento	84%	84%
Potência nominal nas condições padrão	42.570kcal/h (49,5kW) 709,5kcal/min	44.376kcal/h (51,6kW) 739,6kcal/min
Consumo máximo de gás	3,59kg/h	4,66 m ³ /h
Pressão de gás - dinámico (mm.c.a.)	280	200
Tipo de Ignição	Automática	Automática
Pressão de água (m.c.a.) mínima	1	1
Pressão de água (m.c.a.) ideal de trabalho	>10	>10
Pressão de água (m.c.a.) máxima	60	60
Vazão mín. para acendimento (l/min)	3,3	2,5
Tempo máximo de acendimento(s)	2	
Diâmetro da chaminé (mm)	100	
Dimensões LxAxP (cm)	39,6x60,1x15,0	
Peso (kg)	16,4	
Entrada de água (pol)	½ (direita)	
Saída de água quente (pol)	½ (esquerda)	
Alimentação do gás (pol)	½ (centro)	
Potência elétrica consumida	85 Wh	
Comprimento Máximo da Chaminé	4,5m + 2 curvas	
Altura Máxima do primeiro trecho da chaminé (antes da curva)	1m	
Alimentação de energia	127/220V (60Hz)	
Local da placa para identificação	LATERAL	

Conversão de unidades

1 m.c.a = 10 kPa

1 kPa = 100mm.c.a.

1 kW = 860kcal

10 m.c.a. = 1kgf/cm²

*Vazão obtida no misturador

**mm.c.a. = milímetros por coluna de água

***m.c.a. = metros por coluna de água

(fonte: Komeco)

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

No dimensionamento das instalações de água quente não foi preciso verificar as pressões nos pontos de utilização, a motobomba utilizada em projeto atende até 13 m.c.a, capacidade suficiente para atender toda a edificação em estudo.

A planilha de dimensionamento foi feita considerando as recomendações da ABNT NBR 5626/98 com todos os valores resultantes entre o mínimo de 5kPa e o máximo de 40kPa exigido pela norma.

Tabela 4- Planilha de dimensionamento das instalações de água fria

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	
															Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Vazão fabricante min.	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cotas	Pressão disponível	Comprimento da tubulação			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
																								Real	Eq. Conexões	Equivalent e total	Tubulação	Registros e outros	Total		
		L/s	L/s	mm	m/s	kPa/m	+m	kPa	m			kPa																			
a-b	7,3	0,811		32	1,008	0,427	2,40	24,00	2,4	5,80	8,20	1,02	2,47	3,50	20,50	-															
b-c	7,3	0,811		32	1,008	0,427	0,00	20,50	3,5	4,50	8,00	1,49	1,92	3,41	17,09	-															
c-d	1	0,300		25	0,611	0,242	0,00	17,09	1,6	4,60	6,20	0,39	1,11	1,50	15,59	-															
d-e	0,7	0,251		25	0,512	0,177	0,00	15,59	0,95	0,90	1,85	0,17	0,16	0,33	15,26	-															
e-m	0,4	0,300		25	0,611	0,242	1,70	16,96	1,7	3,00	4,70	0,41	0,73	1,14	15,83	-															
m-reg-ch1	0,4	0,300		25	0,611	0,242	-1,20	14,63	1,2	4,62	5,82	0,29	1,12	1,41	13,22	10															
e-n	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	17,96	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	17,55	10															
d-o	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	17,96	2,3	1,50	3,80	0,27	0,11	0,38	17,58	10															
c-l	1,7	0,391		25	0,797	0,385	0,00	15,26	2	1,50	3,50	0,77	0,58	1,35	13,92																
L-P	1,5	0,300		25	0,611	0,242	2,70	16,62	2,7	1,50	4,20	1,02	0,36	1,38	15,24	10															
L-Q	4,5	0,250		32	0,311	0,054	2,70	16,62	5,85	4,50	10,35	0,56	0,24	0,81	15,81	10															
f-k	1	0,300		25	0,611	0,242	0,00	17,09	1,15	0,90	2,05	0,28	0,22	0,50	16,59																
k-j	0,7	0,251		25	0,512	0,177	0,00	16,59	0,9	0,90	1,80	0,16	0,16	0,32	16,28	10															
k-r	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	19,29	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	18,88	10															
j-s	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	18,98	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	18,57	10															
j-i	4,5	0,200		32	0,249	0,037	-1,20	15,08	5,35	4,50	9,85	0,36	0,17	0,53	14,55	10															
g-h	2,1	0,435	0,500	32	0,622	0,183	1,70	17,09	5,82	8,60	14,42	1,066	1,575	2,641	14,44985	100															

(fonte: elaborado pelo autor)

Por se tratar de uma edificação de pequeno porte a soma dos pesos é menor que 100, isto nos possibilita utilizar o ábaco de luneta.

Figura 26-Ábaco luneta

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

(fonte: tigre)

A soma dos pesos utilizadas no dimensionamento pode ser vista na tabela 4 a seguir, estes valores foram extraídos da norma.

Tabela 5-Soma dos pesos de projeto

Aparelho sanitário	Peça de utilização		Vazão de projeto(l/s)	Peso relativo	Total de unidades para a planta em estudo	Produto dos pesos pelas unidades
Bacia sanitária	Caixa de descarga		0,15	0,3	2	0,6
Chuveiro	Misturador		0,3	0,4	2	0,8
Lavadoura de louças/roupas	Registro de pressão		0,3	1	2	2
Lavatório	Misturador		0,15	0,3	2	0,6
Pia	Misturador		0,25	0,7	2	1,4
Tanque	Torneira		0,25	0,7	1	0,7
Torneira de jardim	Torneira		0,2	0,4	3	1,2
					Pesos totais	7,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Algumas considerações foram feitas como por exemplo, chuveiro ducha e bacia sanitária de caixa acoplada. A bacia sanitária com caixa acoplada em relação a descarga direta reduz significativamente os pesos de projeto, havendo uma grande economia em tubos e conexões.

Tabela 6-Pesos relativos NBR 5626/98

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,1	0,1
Lavadora (pratos ou roupas)		Registro de pressão	0,3	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15/metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

(fonte: ABNT NBR 5626/98)

Após feito o dimensionamento com a soma dos pesos relativos para a instalação de água fria verificou-se a necessidade de alterar alguns diâmetros para um tamanho maior, conseqüentemente houve uma menor perda de carga e maior pressão nos pontos de utilização. O barrilete inicialmente foi dimensionado com 32 mm, porém a modificação do seu diâmetro para 50 mm causou grandes modificações nos valores de pressão da rede, felizmente por se tratar de uma edificação de pequeno porte a substituição por tubos de 50 mm trouxe grandes vantagens como por exemplo, a elevação considerável da pressão disponível e o baixo custo referente ao material.

A tabela recalculada para barrilete de 50mm é mostrada na figura a seguir, após a modificação todos os valores de pressão ficaram acima de 19kPa. Estes valores não podem trazer prejuízos a instalação em PP-R devida a elevada pressão resistente, os tubos adotados neste projeto foram PN 25, o que significa que os tubos resistem a uma pressão de 25kgf/cm² equivalente a 250 m.c.a, ou seja, a pressão de utilização disponível não é nem 10% da capacidade resistente do tubo.

Tabela 7-Redimensionamento do Barrilete

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	
															Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Vazão fabricante min.	Diâmetro	Velocidade de	Perda de carga unitária	Diferença de cotas	Pressão disponível	Comprimento da tubulação			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
																								Real	Eq. Conexões	Equivalente total	Tubulação	Registros e outros	Total		
		L/s	L/s	mm	m/s	kPa/m	+m	kPa	m			kPa																			
a-b	7,3	0,811		50	0,413	0,051	2,40	24,00	2,4	6,80	9,20	0,12	0,35	0,47	23,53	-															
b-c	7,3	0,811		50	0,413	0,051	0,00	23,53	3,5	6,90	10,40	0,18	0,35	0,53	23,00	-															
c-d	1	0,300		25	0,611	0,242	0,00	23,00	1,6	4,60	6,20	0,39	1,11	1,50	21,50	-															
d-e	0,7	0,251		25	0,512	0,177	0,00	21,50	0,95	0,90	1,85	0,17	0,16	0,33	21,17	-															
e-m	0,4	0,300		25	0,611	0,242	1,70	22,87	1,7	3,00	4,70	0,41	0,73	1,14	21,73	-															
m-reg-ch1	0,4	0,300		25	0,611	0,242	-1,20	20,53	1,2	4,62	5,82	0,29	1,12	1,41	19,12	10															
e-n	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	23,87	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	23,46	10															
d-o	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	23,87	2,3	1,50	3,80	0,27	0,11	0,38	23,49	10															
c-l	1,7	0,391		25	0,797	0,385	0,00	21,17	2	1,50	3,50	0,77	0,58	1,35	19,82	-															
L-P	1,5	0,300		25	0,611	0,242	2,70	22,52	2,7	1,50	4,20	1,02	0,36	1,38	21,14	10															
L-Q	4,5	0,250		32	0,311	0,054	2,70	22,52	5,85	4,50	10,35	0,56	0,24	0,81	21,71	10															
f-k	1	0,300		25	0,611	0,242	0,00	23,00	1,15	0,90	2,05	0,28	0,22	0,50	22,50	-															
k-j	0,7	0,251		25	0,512	0,177	0,00	22,50	0,9	0,90	1,80	0,16	0,16	0,32	22,18	10															
k-r	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	25,20	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	24,79	10															
j-s	1,5	0,150		25	0,306	0,072	2,70	24,88	2,7	1,50	4,20	0,30	0,11	0,41	24,47	10															
ji	4,5	0,200		32	0,249	0,037	-1,20	20,98	5,35	4,50	9,85	0,36	0,17	0,53	20,45	10															
g-h	2,1	0,435	0,500	32	0,622	0,183	1,70	23,00	5,82	8,60	14,42	1,066	1,575	2,641	20,35575	100															

(fonte: elaborado pelo autor)

A garantia de 50 anos do fabricante e a possibilidade de reciclagem total, faz do PP-R um material mais sustentável por não conter no seu processo produtivo as etapas de cloração.

Além disso no Rio Grande do Sul, os picos de temperatura nos dias de inverno chegam a mais de 10° de diferença, exigindo baixo módulo de elasticidade para os materiais, propriedade na qual o PP-R satisfaz muito bem.

Os valores mínimos de pressão dinâmica e diâmetros mínimos dos tubos estão de acordo com a norma.

Tabela 8-Pressão dinâmica mínima

Pontos de utilização para	Pressão dinâmica kPa (A)		Pressão estática kPa (A)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Aquecedor elétrico de alta pressão	10	400	10	400
Aquecedor elétrico de baixa pressão	10	40	10	50
Bebedouro	20	400	---	---
Chuveiro de diâmetro nominal 15mm	20	400	---	---
Chuveiro de diâmetro nominal 20mm	10	400	---	---
Torneira	10	40	---	---
Torneira de bóia para caixa de descarga Com diâmetro nominal 15mm	15	400	---	---
Torneira de bóia para caixa de descarga Com diâmetro nominal 20mm	5	400	---	---
Torneira de bóia para reservatórios	5	400	---	---
Válvula de descarga para bacia sanitária	15	---	20	400

^(A) 1 kPa = 10⁻¹ mH₂O = 10⁻² kgf/cm²

(fonte: ABNT NBR 5626/98)

Os diâmetros mínimos dos sub-ramais estão de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 9-Diâmetros mínimos dos sub-ramais

Ponto de utilização	Diâmetro nominal	
	(mm)	Ref.
Aquecedor de alta pressão	15	1/2
Aquecedor de baixa pressão	20	3/4
Banheira	15	1/2
Bebedouro	15	1/2
Bidê	15	1/2
Caixa de descarga	15	1/2
Chuveiro	15	1/2
Filtro de pressão	15	1/2
Lavatório	15	1/2
Máquina de lavar roupa ou prato	20	3/4
Mictório auto-aspirante	25	1
Mictório não-autoaspirante	15	1/2
Pia de cozinha	15	1/2
Tanque de despejo ou de lavar roupa	20	3/4
Válvula de descarga	32(A)	1 ^{1/4}

(fonte: ABNT NBR 5626/98)

As partes integrantes da instalação de água fria e quente para o projeto em estudo são:

- a) Hidrômetro: aparelho utilizado para medição do consumo de água com a finalidade de reduzir desperdícios.
- b) Colar ou Barrilete: situa-se abaixo do reservatório superior e acima da laje-teto. É dotado de registros de gaveta que comandam toda a distribuição de água.
- c) Ramal: neste projeto o ramal é compreendido entre o barrilete e os sub-ramais por se tratar de uma edificação de pequeno porte, apenas um pavimento.
- d) Sub-ramal: é a canalização que conecta os ramais aos aparelhos de utilização.

Neste caso não houve a necessidade de dimensionar as colunas, os ramais partem direto do barrilete. Não entra no escopo deste trabalho o dimensionamento das instalações de recalque, ladrão e limpeza. Fez-se os projetos estritamente a partir do reservatório, também não pertencendo a este trabalho o dimensionamento do reservatório. Para as instalações de água quente, com a finalidade de padronizar os diâmetros e evitar perda de pressão em caso de uso simultâneo de chuveiros e pias, os diâmetros foram adotados como mostra a tabela a seguir seguidos pela norma. Os tubos em CPVC apresentam pequenas variações nos diâmetros, para o projeto em estudo utilizou-se sempre o diâmetro imediatamente maior.

Tabela 10-Dimensionamento das instalações de água quente

Trecho	Diâmetro	
	CPVC	PP-R/PVC
a-b-j-c-d	42mm	32mm
d-i-e	42mm	32mm
d-h-f-g	42mm	32mm
b-l	28mm	25mm
e-r	28mm	25mm
i-q	28mm	25mm
h-p	28mm	25mm
g-o	28mm	25mm
j-n	28mm	25mm
l-m	28mm	25mm

(fonte: elaborado pelo autor)

Como pode ser observado caso fosse feito o dimensionamento totalmente de acordo com a norma seguindo as dimensões e pressões mínimas, ter-se-ia diâmetros de 32, 25, 20 e 15mm. Um dos problemas de se utilizar diâmetros variados em uma instalação é a dificuldade de reaproveitar materiais que são cortados ou até mesmo conexões que por ventura venham a sobrar.

Objetivando a melhoria do reaproveitamento, adotou-se para o projeto apenas os diâmetros de 50, 32 e 25, para o barrilete, ramais e sub-ramais respectivamente.

5.2 SISTEMA DE ESGOTO RESIDENCIAL

Inicialmente foi proposto que fizessemos todas as instalações em PP-R visando durabilidade e sustentabilidade, porém, no Brasil, não se dispõe de material para este tipo de serviço.

As conexões e modos de execução do PP-R se mostraram limitadas para o sistema de esgoto, a norma NBR 8160 (ABNT, 1999) não permite que tubos de esgoto sejam colados, apenas com anel de vedação e pasta lubrificante. A técnica executiva do sistema em PP-R é através de termofusão, fazendo da instalação um sistema colado.

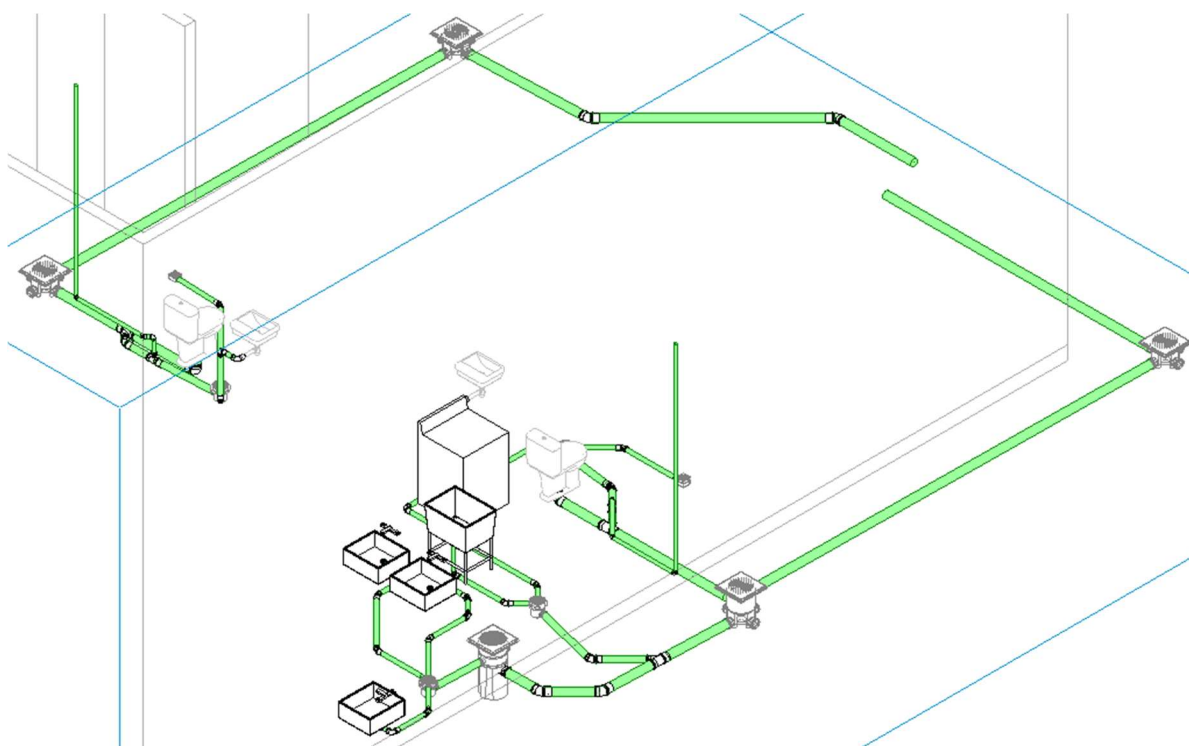
Outro fator limitante foi a falta de peças como Tes de passagem lateral a 45°, caixas sifonadas, caixas de inspeção e tubos de 100mm para o sistema de esgoto em PP-R. No Brasil facilmente encontramos o PP-R PN-25, cuja resistência é de 250 m.c.a que é extremamente mais elevada do que o necessário pois o sistema de esgoto não é pressurizado.

Uma alternativa para este problema foi fazer o projeto com as instalações de esgoto em PEAD (polietileno de alta densidade), estes por sua vez possuem propriedades similares as instalações em PP-R como garantia de 50 anos, é um produto reciclável, possui resistência química e a impacto, atóxico, superfície interna lisa reduzindo incrustações, além de fornecer opções soldáveis por termofusão para redes pressurizadas e encaixe com anel de vedação para redes não pressurizadas.

5.3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTO RESIDENCIAL

O projeto de esgoto residencial em estudo foi feito com o software da Autodesk Revit MEP, modelo mecânico, para melhor visualização da rede e seus componentes tanto em planta baixa como em perspectiva.

Figura 27-Sistema de esgoto residencial



(fonte: elaborado pelo autor)

O dimensionamento da rede foi feito seguindo as instruções da NBR 8160 (ABNT, 1999) para os tubos de ventilação, como o número de Unidades Hunter de Contribuição não foram superiores a 8, dimensionamos com 40mm.

Tabela 11-Diâmetros mínimos dos tubos de ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto <i>DN</i>	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido m							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-

(fonte: ABNT NBR 8160)

Para os ralos de chuveiro, lavatórios e tanque de lavar roupas a norma recomenda-se o uso de tubulações de 40mm, porém, visando evitar recortes de tubos, conexões redutoras, maior capacidade de escoamento e melhor aproveitamento de material este projeto foi executado com todos os diâmetros de 50mm padronizando as uniões, os joelhos e os cotovelos utilizados.

É importante salientar que para a bacia sanitária se levarmos em conta o número de unidades Hunter de Contribuição o dimensionamento correto seria 75mm, porém a norma não permite que haja uma redução nos diâmetros causando estrangulamento da rede. Sendo assim todas os ramais de esgoto foram dimensionados com 100mm. O cálculo é feito apenas para ver em que ocasião é necessário aumentar o diâmetro.

Para os ramais de esgoto também foi adotado todos os diâmetros de 75mm, embora a norma permita utilizar 50mm para os ramais onde é conectado o ralo do chuveiro e o lavatório pois a soma das unidades de contribuição não ultrapassa 6 unidades. Por se tratar de um pequeno comprimento de tubos todos foram adotados com 75mm para melhor aproveitamento de materiais e junções.

Tabela 12-Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição <i>UHC</i>
40	3
50	6
75	20
100	160

(fonte: ABNT NBR 8160)

As declividades mínimas foram determinadas de acordo com a tabela abaixo.

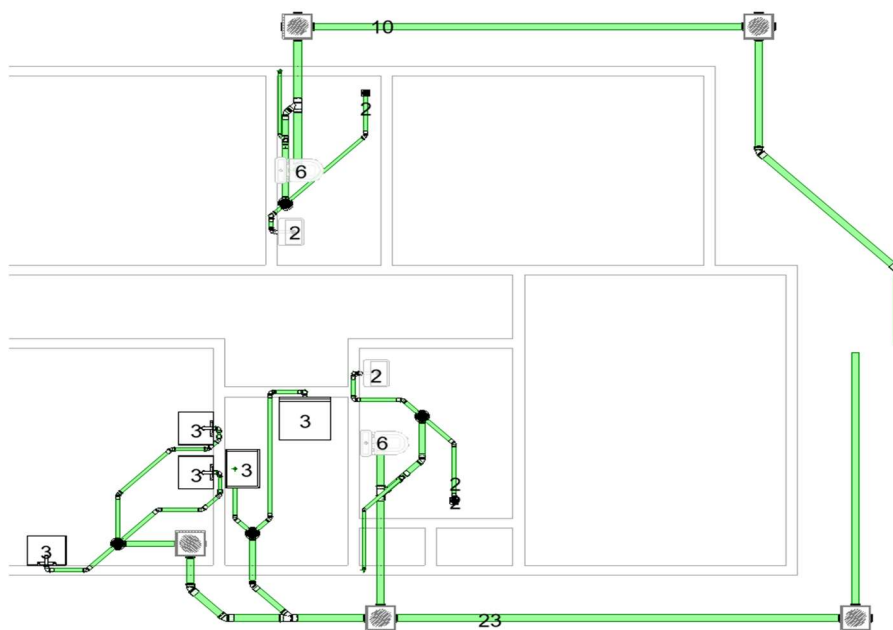
Tabela 13-Declividades mínimas

1%	2%	4%	mm	pol.
—	1	1	30	1 1/4
—	2	3	40	1 1/2
—	6	8	50	2
—	13	18	60	2 1/2
—	24	36	75	3
—	96	114	100	4
180	234	280	125	5
230	440	580	150	6
870	1.150	1.680	200	8
1.740	2.500	3.600	250	10
3.000	4.200	6.500	300	12
6.000	8.500	13.500	400	15

(fonte: ABNT NBR 8160)

Em nenhum dos casos o número de unidades de contribuição superou os valores da tabela 14, os tubos de 50, 75 e 100mm foram definidos com declividades de 2%. A figura abaixo mostra as unidades Hunter de contribuição considerada em cada trecho.

Figura 28-Unidades Hunter de Contribuição



(fonte: elaborado pelo autor)

Os ramais de descarga foram dimensionados de acordo com a tabela abaixo, descrevendo o aparelho sanitário e coletando as unidades Hunter de contribuição e seu diâmetro mínimo.

Tabela 14- Unidades Hunter de contribuição

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⁾

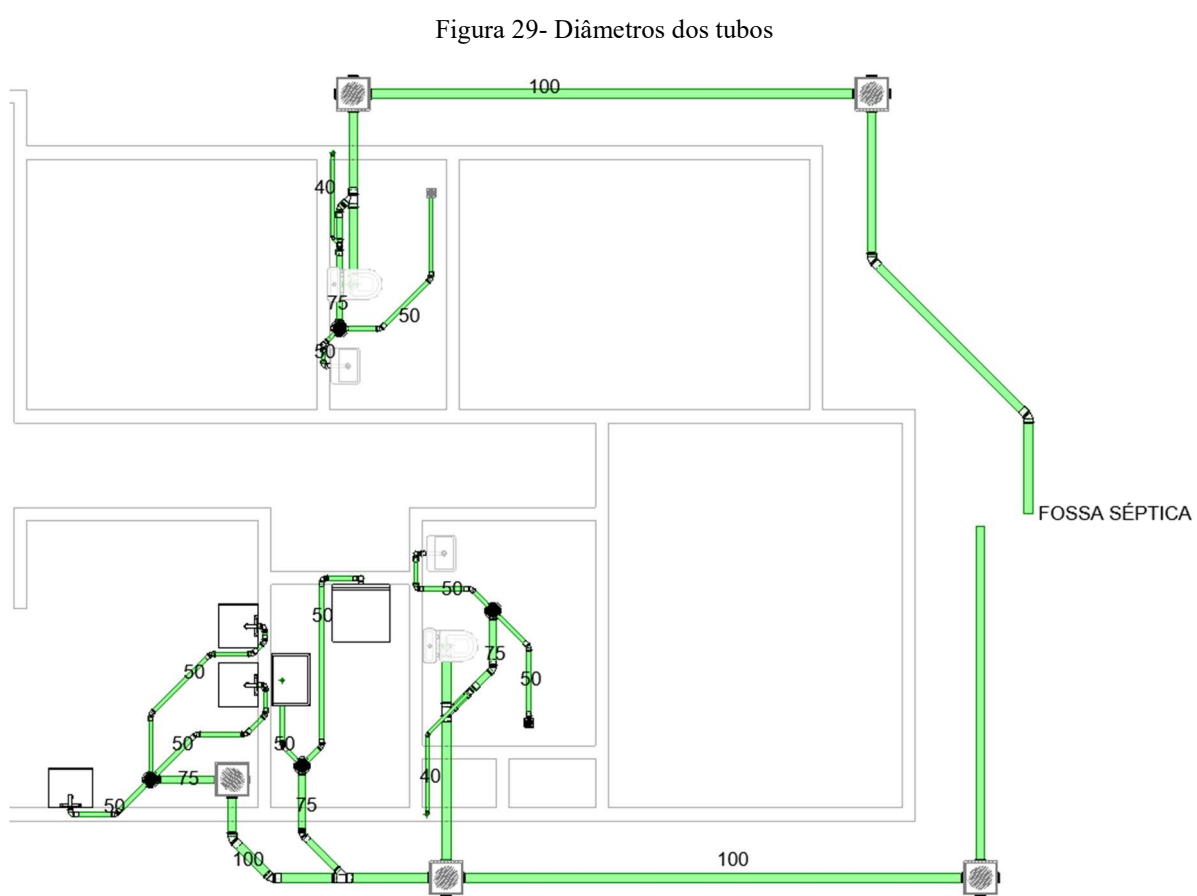
¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), 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: ABNT NBR 8160)

Na figura 30 é mostrado os diâmetros definidos em planta de acordo com as tabelas 12 e 13.



(fonte: elaborado pelo autor)

6. COMPARATIVOS

Como foi explicado no início deste trabalho, a composição 1 é composta por alvenaria de blocos estruturais da família 14 e instalações de água, fria e quente em PP-R, e de esgoto sanitário em PVC. Porém devido à falta de peças no mercado e o elevado custo das uniões, não foi possível projetar os esgotos também em PP-R como havia sido proposto, utilizando-se a alternativa mais viável, como tubos em PVC apenas para os esgotos.

Todos os projetos foram pensados no sentido de otimizar a execução desde a compra de materiais até o reaproveitamento em caso de corte. Por exemplo para as instalações de água fria foram utilizados diâmetros de 50, 32 e 25mm e para as instalações de água quente diâmetros de 42 e 28mm (CPVC), 32 e 25mm (PP-R), para o esgoto sanitário tubos de 40, 50, 75 e 100mm de diâmetro. Todos estes materiais são fáceis de encontrar no mercado na região de Porto Alegre.

Para a composição 2 em alvenaria de vedação, supra estrutura de concreto armado e instalações em PVC e CPVC, houve a necessidade de tomarmos certas decisões de projeto que afetaram os custos.

A edificação é composta por 24 pilares e aproximadamente 91 metros de viga, ambos com a mesma dimensão e taxa de armadura. Caso fosse orçado formas para apenas 12 pilares, haveria a necessidade de termos 2 etapas de concretagem e 2 aluguéis de caminhão bomba. Neste caso adotou-se 1 única concretagem em toda a estrutura.

Os dados para orçamento foram retirados da TCPO (2013), SINAPI (2017) e no site do SINDUSCOM-RS os custos de mão de obra, leis sociais e BDI. Muitos dos índices necessários para orçamento que constam nestas fontes não se aplicaram ao presente estudo de projeto. Sendo assim o número de horas de profissionais e ajudantes estimado aplicando-se um prazo a execução do serviço.

Os preços relativos aos materiais e mão de obra foram retirados da internet, uma pesquisa de preços detalhada para materiais revela que muitas vezes há uma grande variação em relação aos preços dos fornecedores, podendo o orçamento ser de menor custo para ambas as composições.

6.1.1 Composição 1

Ao custo dos serviços, separadamente, foi agregado 25% com relação aos benefícios e despesas indiretas (BDI), valor que está associado aos custos de tributação, administração, seguros, garantias, margem de incerteza e lucro previsto da empresa construtora. A tabela abaixo mostra os custos de cada composição separados por tipo de serviço incluso o BDI.

Tabela 15-Custos relativos da composição 1

COMPOSIÇÃO 1		
SERVIÇO	CUSTO	% relativo ao custo total
Execução de 249 m ² de Alvenaria Estrutural com Blocos de 14x19x29	R\$ 31.404,47	61,89%
Execução de cintas de grauteamento e pilaretes	R\$ 4.995,32	9,85%
TOTAL	R\$ 36.399,78	
Execução de 60m lineares de Rede de Esgoto em PVC	R\$ 7.045,00	13,88%
Execução de 40m de Rede de água fria e quente em PP-R	R\$ 7.294,25	14,38%
TOTAL	R\$ 14.339,25	
TOTAL	R\$ 50.739,03	

(fonte: elaborado pelo autor)

O estudo mostrou que a composição 1 possui melhor custo-benefício, representando 73,5% do custo total da composição 2, pois possui menor prazo de execução.

Também não há a necessidade de espera dos 14 dias para o encunhamento, 7 dias para a confecção de formas, armaduras e lançamento de concreto.

O custo com instalações em PP-R constitui 20% a mais do custo das instalações em PVC e CPVC para a edificação em estudo.

As instalações em PP-R constituem 14.4% do custo da composição 1.

O consumo de argamassa por metro quadrado também se mostrou significativamente mais vantajoso, cerca de 30kg por metro quadrado de parede.

O baixo consumo de cimento, ausência de formas, redução significativa nos resíduos e o fato de o PP-R ser totalmente reciclável e de alta durabilidade, fazem da composição 1 mais sustentável.

Como desvantagem, possíveis paredes que possam ser removidas, devem ser prevista ainda na fase de projetos, devendo serem compostas por materiais não estruturais e não devem ter capacidade de carregamento considerada.

A arquitetura limita-se a formas mais quadradas, assim como vãos de portas e janelas.

Os blocos estruturais utilizados não são de fácil acesso em regiões fora de Porto Alegre, agregando alto valor em transporte.

6.1.2 Composição 2

Para a alvenaria da composição 2 utilizou-se blocos comuns de 8 furos 9x14x19 assentados a chato com junta de 1,2mm. Verificou-se um gasto elevado com argamassa de assentamento, aproximadamente de 115kg por metro quadrado de parede, que superou em mais de 3 vezes o consumo de argamassa em relação a alvenaria estrutural.

Para a execução da supra estrutura verificou-se um custo de 55,4% em relação ao custo total da composição 2.

Os valores separadamente podem ser vistos na tabela 17.

Tabela 16-Custos relativos da composição 2

COMPOSIÇÃO 2		
SERVIÇO	CUSTO	% relativo ao custo total
Execução de 150m ² de formas de madeira	R\$ 16.631,53	125,44%
Execução de Encunhamento em 90m lineares	R\$ 627,83	4,74%
Lançamento de 7m ³ de concreto	R\$ 4.739,90	35,75%
Execução de 249 m ² de Alvenaria de vedação em blocos de 9x14x19	R\$ 18.165,61	137,01%
Corte, dobra e montagem de armadura para pilares e vigas	R\$ 16.957,71	127,90%
TOTAL	R\$ 57.122,58	
Execução de 23m lineares de Rede de água fria em PVC e execução de 17m lineares de Rede de água quente em CPVC	R\$ 6.213,75	46,87%
Execução de 60 lineares de Rede de Esgoto em PVC	R\$ 7.045,00	53,13%
TOTAL	R\$ 13.258,75	
TOTAL	R\$ 70.381,33	

(fonte: elaborado pelo autor)

A quantidade de blocos quebrados em encontro de pilares foi estimada em mais de 620 unidades gerando alto volume de resíduos.

O custo mais expressivo manteve-se na execução de alvenaria, a diferença de preço nos blocos estruturais e não estruturais foi compensada pelo consumo de argamassa.

Outras duas alternativas de composições puderam ser analisadas como forma de estender o nosso estudo, fazendo então as alternativas de maior e de menor custo.

A pequena diferença do custo entre as instalações em PVC e PP-R foram originadas apenas pela diferença do custo dos materiais envolvidos.

A estimativa dos índices de produtividade não trouxe diferença para o custo da mão de obra envolvida para ambas as composições, uma vez que o prazo para a execução das instalações em PP-R e PVC está vinculado a execução da alvenaria definido como duas semanas.

A execução de 40 metros de rede de água em duas semanas gera um consumo de 80 horas de instalador e ajudante, valor este sobrestimado para o porte da edificação.

Figura 30-Composição de menor custo

COMPOSIÇÃO DE MENOR CUSTO		
SERVIÇO	CUSTO	% relativo ao custo total
Execução de 249 m ² de Alvenaria Estrutural com Blocos de 14x19x29	R\$ 31.404,47	63,24%
Execução de cintas de grauteamento e pilaretes	R\$ 4.995,32	10,06%
Execução de 60m lineares de Rede de Esgoto em PVC	R\$ 7.045,00	14,19%
Execução de 23m lineares de Rede de água fria em PVC e execução de 17m lineares de Rede de água quente em CPVC	R\$ 6.213,75	12,51%
TOTAL	R\$ 49.658,53	

(fonte: elaborado pelo autor)

A diferença entre a composição 1 e a composição alternativa de menor custo é de aproximadamente 2.13%, quantidade que justifica a escolha das instalações de água em PP-R.

Em determinadas regiões o acesso aos blocos cerâmicos estruturais pode inviabilizar o empreendimento devido ao elevado custo do transporte, então faz-se necessário o estudo de uma composição alternativa com estrutura de concreto armado e PP-R.

Figura 31-Composição de maior custo

COMPOSIÇÃO DE MAIOR CUSTO		
SERVIÇO	CUSTO	% relativo ao custo total
Execução de 150m ² de formas de madeira	R\$ 16.631,53	23,27%
Execução de Encunhamento em 90m lineares	R\$ 627,83	0,88%
Lançamento de 7m ³ de concreto	R\$ 4.739,90	6,63%
Execução de 249 m ² de Alvenaria de vedação em blocos de 9x14x19	R\$ 18.165,61	25,42%
Execução de 40m de Rede de água fria e quente em PP-R	R\$ 7.294,25	10,21%
Execução de 60 lineares de Rede de Esgoto em PVC	R\$ 7.045,00	9,86%
Corte, dobra e montagem de armadura para pilares e vigas	R\$ 16.957,71	23,73%
TOTAL	R\$ 71.461,83	

(fonte: elaborado pelo autor)

A diferença de 1.53% entre a composição de maior custo e a composição 2 justifica a escolha do sistema de água também em PP-R.

7 CONCLUSÕES

O problema de pesquisa já previa que a composição 1 teria custos menores, porém não previa que o custo para a implantação do sistema de água quente e fria em PP-R fosse relativamente baixo.

Com este estudo foi melhor compreendido os materiais e o que os faz de difícil acesso e execução, como a falta de peças e componentes, assim como o elevado custo das uniões que impossibilitou o projeto de esgoto também em PP-R.

A alvenaria estrutural reduz significativamente os custos, porém causa algumas limitações de projeto, como formas arquitetônicas mais quadradas e a impossibilidade de quebrar ou modificar paredes.

As instalações em PP-R mesmo sendo para água quente e fria custaram aproximadamente 20% a mais que as instalações em PVC e CPVC.

Observou-se também que os custos com argamassa de assentamento são altos para tamanhos reduzidos de blocos.

O estudo prévio de projeto pode trazer uma composição mista de alvenaria estrutural e supra estrutura, de modo a trazer grande economia para a edificação, ou seja, a edificação pode ter componentes estruturais armados e em alvenaria estrutural.

Neste trabalho não foi considerado a mão de obra envolvida no descarte dos resíduos provenientes da composição 2, como resíduos de formas, escoramento e resíduos de aço.

Também pode ser observado uma falta de dados para orçamento até mesmo nos materiais de consulta atuais, então, índices de produtividade, consumo de materiais e ferramentas tiveram de ser estimados no caso das instalações em PP-R.

A análise da composição considerando os dois diferentes métodos construtivos, permitiu a quantificação desta diferença, mas apenas considerando custos. Quando se considera outros aspectos, como organização de canteiro de obra, desperdício, retrabalho, qualidade final e

facilidade de manutenção, a utilização de alvenaria estrutural associada as instalações em PP-R apresentam vantagens que justificam esta escolha.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR-5688 Tubos-e-conexões-de-PVC. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR-8160 Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR-7198 Sistemas etubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria- tubulações de polipropileno tipo 3 (PP-R).

ABNT NBR 15270-1. Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, [s. l.], p. 15, 2005.

BASH, Eleanor. Policloreto de vinila PVC um breve histórico. PhD Proposal, [s. l.], v. 1, n. Vc, p. 1–73, 2015.

BONACHESKI, Vinicius. Alvenaria Estrutural. [s. l.], p. 43, 2010.

CONCEIÇÃO, Alessandro Pucci. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. [s. l.], 2007.

VIEIRA, Paulo César Corrêa. Patologia em Instalações Hidro-Sanitárias de Edifícios Residenciais na Zona Centro-Sul de Manaus (AM) - Diagnóstico e Terapia. [s. l.], 2016.

DÉSIR, Jean Marie. Componentes básicos de alvenaria Especificação de Alvenaria. [s. l.], 2010.

ENDRES, Daniel de Souza. Recomendações para a racionalização da alvenaria de vedação : [s. l.], 2012.

POSSAMAI, Juliana Zanellato. Estudo comparativo entre diferentes tipos de tubulações nas redes de instalações hidráulicas prediais. [s. l.], v. 14, p. 71–114, 2012.

OLIVEIRA, Raquel Cristina Teixeira. Verificação de rompimentos em instalações prediais

de água quente – um estudo de caso. [s. l.], 2014.

SOUSA, Hipólito. Construções em alvenaria. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [s. l.], 2003.

TAKUSHI, Roberta. Comparativo Orçamentário Entre Composições De Paredes Estruturais Para Obras De Repetição Nos Sistemas Construtivos Convencionais E Em Light Steel Frame Na Cid. [s. l.], 2016. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/159615/001019474.pdf?sequence=1>>

THORNTON, Joe; PH, D. Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride (PVC) Building Materials A briefing paper for the Healthy Building Network by. Healthy Building Network, [s. l.], p. 1–7, 2002.

ANEXO A

Orçamentos detalhados

Forma com chapa compensada resinada, e=1 2 mm, para pilares/vigas/lajes, incluso contraventamentos/escoramentos com pontaletes 7,5 cm x 7,5 cm						
ÁREA DE FORMAS	150,3	m ²				
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Total
Chapa compensada resinada (espessura: 12,00 mm)	1,25	m ²	R\$ 23,14	R\$ 28,93		R\$ 28,93
Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,2	kg	R\$ 12,90	R\$ 2,58		R\$ 2,58
Pontaletes 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	2,42	m	R\$ 2,00	R\$ 4,84		R\$ 4,84
Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	8,25	m	R\$ 1,17	R\$ 9,63		R\$ 9,63
Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm / largura: 200 mm)	0,52	m	R\$ 4,97	R\$ 2,58		R\$ 2,58
Tábua 1" x 6" (espessura: 25 mm / largura: 150 mm)	0,5	m	R\$ 3,00	R\$ 1,50		R\$ 1,50
Desmoldante de fôrmas para concreto	0,02	Kg	R\$ 9,44	R\$ 0,19		R\$ 0,19
Prego 17x27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	0,1	kg	R\$ 16,50	R\$ 1,65		R\$ 1,65
Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	0,05	kg	R\$ 8,89	R\$ 0,44		R\$ 0,44
Carpinteiro	1,78	h	R\$ 7,09		R\$ 12,59	R\$ 12,59
Ajudante	0,44	h	R\$ 5,60		R\$ 2,49	R\$ 2,49
Sub-total				R\$ 52,34	R\$ 15,08	R\$ 67,41
Leis Sociais	140	%			R\$ 21,11	R\$ 21,11
Sub-total				R\$ 52,34	R\$ 36,19	R\$ 88,52
BDI	25			R\$ 13,08	R\$ 9,05	R\$ 22,13
Total com BDI		%		R\$ 65,42	R\$ 45,23	R\$ 110,66
Total	R\$ 16.631,53					

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

Alvenaria de vedação em tijolos de 9x14x19 com junta de 12mm- m ²						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Total
Cimento Portland	5,05	Kg	R\$ 0,38	R\$ 1,92		R\$ 1,92
Cal hidratada em pó	5,05	Kg	R\$ 0,75	R\$ 3,79		R\$ 3,79
Areia média	0,014	m ³	R\$ 140,00	R\$ 2,02		R\$ 2,02
Tijolo cerâmico	38	un.	R\$ 0,30	R\$ 11,40		R\$ 11,40
Betoneira 400l	0,004	un.	R\$ 2.249,00	R\$ 9,00		R\$ 9,00
Pedreiro	1	h	R\$ 6,90		R\$ 6,90	R\$ 6,90
Servente	1	h	R\$ 5,70		R\$ 5,70	R\$ 5,70
Sub-total				R\$ 28,12	R\$ 12,60	R\$ 40,72
Leis sociais	140	%			R\$ 17,64	R\$ 17,64
Sub-total				R\$ 28,12	R\$ 30,24	R\$ 58,36
BDI	25			R\$ 7,03	R\$ 7,56	R\$ 14,59
Total com BDI		%		R\$ 35,15	R\$ 37,80	R\$ 72,95
Total	R\$ 18.165,61					

FIXAÇÃO (ENCUNHAMENTO) DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ARGAMASSA APLICADA COM COLHER m ³						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Totais
Pedreiro	0,15	h	R\$ 6,90		R\$ 1,04	R\$ 1,04
Servente	0,03	h	R\$ 5,70		R\$ 0,17	R\$ 0,17
Argamassa 1:2:9	0,0035	m ³	R\$ 750,00	R\$ 2,63		R\$ 2,63
Sub-total				R\$ 2,63	R\$ 1,21	R\$ 3,83
Leis Sociais	140	%			R\$ 1,69	R\$ 1,69
Sub-total				R\$ 2,63	R\$ 2,89	R\$ 5,52
BDI	25	%		R\$ 0,66	R\$ 0,72	R\$ 1,38
Total com BDI				R\$ 3,28	R\$ 3,62	R\$ 6,90
Total	R\$ 627,83					R\$ 6,90

Corte, dobra e montagem de armação 10 e 12mm Kg						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Totais
Armador	0,146	h	R\$ 6,90		R\$ 1,01	R\$ 1,01
Ajudante de Armador	0,0214	h	R\$ 5,70		R\$ 0,12	R\$ 0,12
Aço CA-50 para estribo 5mm	1,1	Kg	R\$ 3,20	R\$ 3,52		R\$ 3,52
Aço CA-50 10mm vergalhão	1,1	Kg	R\$ 4,05	R\$ 4,46		R\$ 4,46
Aço CA-50 12.5mm vergalhão	1,1	Kg	R\$ 3,22	R\$ 3,54		R\$ 3,54
Arame recozido 18bwg 1,25mm	0,05	Kg	R\$ 2,47	R\$ 0,12		R\$ 0,12
Espaçador para vergalhão 10mm cobertura 20mm	0,543	Unid.	R\$ 0,14	R\$ 0,08		R\$ 0,08
Espaçador para vergalhão 12.5mm cobertura 20mm	0,367	Unid.	R\$ 0,15	R\$ 0,05		R\$ 0,05
Sub-total				R\$ 11,77	R\$ 1,13	R\$ 12,90
Leis Sociais	140	%			R\$ 1,58	R\$ 1,58
Sub-total				R\$ 11,77	R\$ 2,71	R\$ 14,48
BDI	25	%		R\$ 2,94	R\$ 0,68	R\$ 3,62
Total com BDI				R\$ 14,71	R\$ 3,39	R\$ 18,10
Total	R\$ 16.957,71					R\$ 18,10

Lançamento e aplicação de concreto m ³						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Totais
Pedreiro	1,142857143	h	R\$ 6,90		R\$ 7,89	R\$ 7,89
Servente	1,142857143	h	R\$ 5,70		R\$ 6,51	R\$ 6,51
Concreto usinado fck=25	1,000	m ³	R\$ 400,00	R\$ 400,00		R\$ 400,00
Caminhão bomba de mangote	0,857	h	R\$ 125,00	R\$ 107,14		
Sub-total				R\$ 507,14	R\$ 14,40	R\$ 521,54
Leis Sociais	140	%			R\$ 20,16	R\$ 20,16
Sub-total				R\$ 507,14	R\$ 34,56	R\$ 541,70
BDI	25	%		R\$ 126,79	R\$ 8,64	R\$ 135,43
Total com BDI				R\$ 633,93	R\$ 43,20	R\$ 677,13
Total	R\$ 4.739,90					R\$ 677,13

Execução de Graute em vergas, contra vergas e calhas-um. Total para 3,2 m ³						
Componente	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Total
Graute 25 MPa	0,364	m ³	R\$ 510,00	R\$ 185,45		R\$ 185,45
Betoneira 400l	0,333	Unid.	R\$ 2.000,00	R\$ 666,67		R\$ 666,67
Aço CA-50 12,5mm	84,8	m	R\$ 4,00	R\$ 339,39		R\$ 339,39
Pedreiro	2,182	h	R\$ 6,90		R\$ 15,05	R\$ 15,05
Servente	1,548	h	R\$ 5,70		R\$ 8,83	R\$ 8,83
Sub-total				R\$ 1.191,52	R\$ 23,88	R\$ 1.215,40
Leis sociais	140	%			R\$ 33,43	R\$ 33,43
Sub-total				R\$ 1.191,52	R\$ 57,31	R\$ 1.248,83
BDI	25	%		R\$ 297,88	R\$ 14,33	R\$ 312,21
Total com BDI				R\$ 1.489,39	R\$ 71,64	R\$ 1.561,04
Total	R\$ 4.995,32					

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

Execução de rede em PP-R de água fria residencial em edificações de 1 pavimento- Laje e parede						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Totais/metro linear
Instalador	2	h	R\$ 9,50		R\$ 19,00	R\$ 19,00
Ajudante	2	h	R\$ 8,00		R\$ 16,00	R\$ 16,00
Kit Ferramentas para instalação	0,025	Unid.	R\$ 650,00	R\$ 16,25		R\$ 16,25
Cotovelo 50mm PP-R	0,05	Unid.	R\$ 15,00	R\$ 0,75		R\$ 0,75
Tee de 50mm PP-R	0,1	Unid.	R\$ 17,00	R\$ 1,70		R\$ 1,70
Cap 50mm PP-R	0,025	Unid.	R\$ 10,00	R\$ 0,25		R\$ 0,25
Bucha Redução PP-R 50 32mm	0,1	Unid.	R\$ 10,00	R\$ 1,00		R\$ 1,00
Cap 32mm PP-R	0,15	Unid.	R\$ 10,00	R\$ 1,50		R\$ 1,50
Bucha Redução PP-R 50 32mm	0,075	Unid.	R\$ 4,80	R\$ 0,36		R\$ 0,36
Tee 32mm PP-R	0,125	Unid.	R\$ 14,00	R\$ 1,75		R\$ 1,75
Cotovelo 25mm PP-R	0,25	Unid.	R\$ 3,00	R\$ 0,75		R\$ 0,75
Tubo PP-R 32mm	0,075	Unid.	R\$ 35,00	R\$ 2,63		R\$ 2,63
Luva PP-R 32mm	0,075	Unid.	R\$ 2,50	R\$ 0,19		R\$ 0,19
Tubo PP-R 25mm	0,175	Unid.	R\$ 27,00	R\$ 4,73		R\$ 4,73
Luva PP-R 25mm	0,175	Unid.	R\$ 1,50	R\$ 0,26		R\$ 0,26
Tee 32mm PP-R	0,125	Unid.	R\$ 14,00	R\$ 1,75		R\$ 1,75
Cotovelo 25mm PP-R	0,325	Unid.	R\$ 3,00	R\$ 0,98		R\$ 0,98
Tubo PP-R 50mm	0,05	Unid.	R\$ 77,00	R\$ 3,85		R\$ 3,85
Luva PP-R 50mm	0,05	Unid.	R\$ 7,00	R\$ 0,35		R\$ 0,35
Tubo PP-R 32mm	0,125	Unid.	R\$ 35,00	R\$ 4,38		R\$ 4,38
Luva PP-R 32mm	0,125	Unid.	R\$ 2,50	R\$ 0,31		R\$ 0,31
Tubo PP-R 25mm	0,425	Unid.	R\$ 27,00	R\$ 11,48		R\$ 11,48
Luva PP-R 25mm	0,425	Unid.	R\$ 1,50	R\$ 0,64		R\$ 0,64
Registro 50mm PP-R	0,025	Unid.	R\$ 242,00	R\$ 6,05		R\$ 6,05
Sub-total				R\$ 61,89	R\$ 35,00	R\$ 96,89
Leis Sociais	140	%			R\$ 49,00	R\$ 49,00
Sub-total				R\$ 61,89	R\$ 84,00	R\$ 145,89
BDI	25	%		R\$ 15,47	R\$ 21,00	R\$ 36,47
Total com BDI				R\$ 77,36	R\$ 105,00	R\$ 182,36
Total 40m	R\$ 7.294,25					R\$ 182,36

Alvenaria Estrutural em blocos de 14x19x29, junta de 10mm						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Total
Cimento Portland	4,36	Kg	R\$ 0,58	R\$ 2,53		R\$ 2,53
Cal hidratada em pó	8,73	Kg	R\$ 0,88	R\$ 7,64		R\$ 7,64
Areia fina	0,013	m3	R\$ 179,00	R\$ 2,41		R\$ 2,41
Bloco Calha	1,9	un.	R\$ 1,69	R\$ 3,21		
Meio Bloco	0,48	un.	R\$ 0,84	R\$ 0,40		
Bloco e meio	0,5	un.	R\$ 2,05	R\$ 1,03		
Bloco Estrutural	16,7	un.	R\$ 3,20	R\$ 53,44		R\$ 53,44
Pedreiro	1,08	h	R\$ 6,90		R\$ 6,90	R\$ 6,90
Servente	0,64	h	R\$ 5,70		R\$ 5,70	R\$ 5,70
Sub-total				R\$ 70,66	R\$ 12,60	R\$ 83,26
Leis sociais	140	%			R\$ 17,64	R\$ 17,64
Sub-total				R\$ 70,66	R\$ 30,24	R\$ 100,90
BDI	25	%		R\$ 17,66	R\$ 7,56	R\$ 25,22
Total com BDI				R\$ 88,32	R\$ 37,80	R\$ 126,12
Total	R\$ 31.404,47					

Execução de rede de esgoto no piso em edificações de 1 pavimento						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Cus.M.Obra	Totais
Instalador	1,333	h	R\$ 9,50		R\$ 12,67	R\$ 12,67
Ajudante	1,333	h	R\$ 8,00		R\$ 10,67	R\$ 10,67
Termofusor diam. 50mm	0,017	Unid.	R\$ 500,00	R\$ 8,33		R\$ 8,33
Tubo PVC 100mm	0,150	Unid.	R\$ 40,00	R\$ 6,00		R\$ 6,00
Tubo PVC 75mm	0,033	Unid.	R\$ 30,00	R\$ 1,00		R\$ 1,00
Tubo PVC 50mm	0,083	Unid.	R\$ 20,00	R\$ 1,67		R\$ 1,67
Tubo PVC 40mm	0,050	Unid.	R\$ 11,00	R\$ 0,55		R\$ 0,55
Cotovelo 50mm	0,267	Unid.	R\$ 2,00	R\$ 0,53		R\$ 0,53
Cotovelo 40mm	0,067	Unid.	R\$ 2,00	R\$ 0,13		R\$ 0,13
Joelho 45° 100mm	0,067	Unid.	R\$ 6,00	R\$ 0,40		R\$ 0,40
Joelho 45° 75mm	0,050	Unid.	R\$ 5,00	R\$ 0,25		R\$ 0,25
Joelho 45° 50mm	0,183	Unid.	R\$ 3,00	R\$ 0,55		R\$ 0,55
Joelho 45° 40mm	0,033	Unid.	R\$ 1,50	R\$ 0,05		R\$ 0,05
Tee 100mm c/ passagem lateral de 75mm	0,050	Unid.	R\$ 25,00	R\$ 1,25		R\$ 1,25
Tee 75 mm c/ passagem lateral de 40mm	0,033	Unid.	R\$ 15,00	R\$ 0,50		R\$ 0,50
Caixa sifonada 150mm 7 entradas	0,067	Unid.	R\$ 20,00	R\$ 1,33		R\$ 1,33
Caixa de inspeção de esgoto diam. 100mm	0,067	Unid.	R\$ 186,00	R\$ 12,40		R\$ 12,40
Caixa de Gordura	0,017	Unid.	R\$ 179,00	R\$ 2,98		R\$ 2,98
Sub-total				R\$ 37,93	R\$ 23,33	R\$ 61,27
Leis Sociais	140	%			R\$ 32,67	R\$ 32,67
Sub-total				R\$ 37,93	R\$ 56,00	R\$ 93,93
BDI	25	%		R\$ 9,48	R\$ 14,00	R\$ 23,48
Total com BDI				R\$ 47,42	R\$ 70,00	R\$ 117,42
Total	R\$ 7.045,00					R\$ 117,42

Comparativo orçamentário entre composições de parede em bloco cerâmico vazado com instalações em PVC rígido e bloco cerâmico estrutural com instalações em PP-R.

Execução de rede de água quente e fria em PVC e CPVC para edificações de 1 pavimento- Laje e parede						
Componentes	Consumo	Unid.	Preço unit.	Custo Mat.	Ces.M.Obra	Totais
Instalador	2	h	R\$ 3,50		R\$ 13,00	R\$ 13,00
Ajudante	2	h	R\$ 8,00		R\$ 16,00	R\$ 16,00
Cola PVC	0,025	Unid.	R\$ 50,00	R\$ 1,25		R\$ 1,25
Cotovelo 50mm PVC	0,05	Unid.	R\$ 2,00	R\$ 0,10		R\$ 0,10
Tee de 50mm com passagem lateral de 25mm PVC	0,05	Unid.	R\$ 7,00	R\$ 0,35		R\$ 0,35
Tee de 50mm com passagem lateral de 32mm PVC	0,05	Unid.	R\$ 13,00	R\$ 0,65		R\$ 0,65
Tee 32mm PVC	0,025	Unid.	R\$ 3,00	R\$ 0,08		R\$ 0,08
Tee 25mm PVC	0,2	Unid.	R\$ 1,50	R\$ 0,30		R\$ 0,30
Cotovelo 25mm PVC	0,175	Unid.	R\$ 1,00	R\$ 0,18		R\$ 0,18
Lixa 120	0,5	Unid.	R\$ 0,50	R\$ 0,25		R\$ 0,25
Tubo PVC 50mm	0,05	Unid.	R\$ 30,00	R\$ 1,50		R\$ 1,50
Tubo PVC 32mm	0,15	Unid.	R\$ 20,00	R\$ 3,00		R\$ 3,00
Tubo PVC 25mm	0,2	Unid.	R\$ 14,00	R\$ 2,80		R\$ 2,80
Cola CPVC	0,025	Unid.	R\$ 50,00	R\$ 1,25		R\$ 1,25
Cotovelo 42mm CPVC	0,05	Unid.	R\$ 22,00	R\$ 1,10		R\$ 1,10
Tee de 42mm com passagem lateral de 28mm CPVC	0,05	Unid.	R\$ 30,00	R\$ 1,50		R\$ 1,50
Tee 42mm CPVC	0,05	Unid.	R\$ 34,00	R\$ 1,70		R\$ 1,70
Tee 28mm CPVC	0,2	Unid.	R\$ 10,00	R\$ 2,00		R\$ 2,00
Cotovelo 28mm CPVC	0,175	Unid.	R\$ 8,00	R\$ 1,40		R\$ 1,40
Lixa 120	0,3	Unid.	R\$ 0,50	R\$ 0,15		R\$ 0,15
Tubo CPVC 42mm	0,125	Unid.	R\$ 73,00	R\$ 9,13		R\$ 9,13
Tubo CPVC 28mm	0,15	Unid.	R\$ 64,00	R\$ 9,60		R\$ 9,60
Registro 50mm PVC	0,025	Unid.	R\$ 80,00	R\$ 2,00		R\$ 2,00
Sub-total				R\$ 40,28	R\$ 35,00	R\$ 75,28
Leis Sociais	140	%			R\$ 43,00	R\$ 43,00
Sub-total				R\$ 40,28	R\$ 84,00	R\$ 124,28
BDI	25	%		R\$ 10,07	R\$ 21,00	R\$ 31,07
Total com BDI				R\$ 50,34	R\$ 105,00	R\$ 155,34
Total	R\$ 6,213,75					R\$ 155,34