

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

GILBERTO TAVARES LIMA GAMA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: paredes de concreto moldadas no local e o método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos

São Luís
2016

GILBERTO TAVARES LIMA GAMA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: paredes de concreto moldadas no local e o método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos

Monografia de conclusão de curso apresentado para a obtenção do título de bacharel em engenharia civil, pela Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Tecnológicas, *Campus* de São Luís.
Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli

São Luís

2016

GILBERTO TAVARES LIMA GAMA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: paredes de concreto moldadas no local e o método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos

Monografia de conclusão de curso apresentado para a obtenção do título de bacharel em engenharia civil, pela Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Tecnológicas, *Campus* de São Luís.
Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli

Aprovada em: 16 / 12 /2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Airton Egydio Petinelli (Orientador).

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Esp. Sólton Tupinambá Leite

Universidade Estadual do Maranhão

Gama, Gilberto Tavares Lima.

Análise comparativa entre os sistemas construtivos: paredes de concreto moldadas no local e o método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos / Gilberto Tavares Lima Gama. – São Luís, 2016.

112 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

1. Paredes de concreto. 2. Alvenaria. 3. Comparação – Métodos construtivos.
I. Título.

CDU 692.2[691.32+693.2]

Dedico este trabalho a minha irmã, Mohanna
Tavares, pelo carinho e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me abençoado com saúde, disposição e tempo para que esse trabalho fosse possível.

Aos meus pais, Gilberto Gama de Oliveira e Rita de Cássia Tavares Lima Oliveira, que apesar de todas as dificuldades da vida, fizeram o possível por mim, dando todo apoio necessário para que este trabalho fosse concluído.

As minhas irmãs, pelo laço de amor e sangue que fomos unidos, pelo carinho e compreensão que sempre tiveram comigo.

A toda a minha família, em especial a minha Avó, Graciete Tavares Lima, por ter me presenteado com minha primeira calculadora e que sempre se mostrou preocupada ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

Aos meus amigos/irmãos que a UEMA me presenteou que estiveram ao meu lado em todos os grandes momentos dessa caminhada e que levarei para toda a vida: João Pavão Neto, José Ribamar Barros Netto, Francisco Mateus Silva Rocha e Hugo Raphael Carvalho Camapum.

Ao meu orientador neste trabalho, Airton Egydio Petinelli, que mesmo sem ter especialidade na área, se prontificou, sem hesitar, em me auxiliar neste tema, sempre disposto a ajudar e compreendendo as dificuldades que tive ao longo da elaboração do mesmo.

A todos os amigos, que mesmo estando distante, dedicaram um momento do seu tempo para proferir palavras amigas nos momentos que mais precisei.

“As dificuldades são o aço estrutural que entra na construção do caráter”.

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

A utilização de novos sistemas construtivos tem crescido no Brasil nos últimos anos, tendo em vista que o país vem passando por um período de recessão econômica, é essencial que se tenha alternativas construtivas racionais, que tragam impactos reais no custo final da obra, principalmente para dar continuidade em programas governamentais de combate ao déficit habitacional como é o caso do programa Minha Casa Minha Vida. Um desses é o sistema construtivo paredes de concreto moldadas no local, que apresenta como principais vantagens à redução do desperdício de material, do tempo de execução e do custo de materiais e mão-de-obra. Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é apresentar o estudo comparativo entre o método convencional de alvenarias com blocos cerâmicos e o sistema paredes de concreto moldadas no local, tendo como base a análise de uma construção genérica de padrão popular com área construída de 55,44 m², dimensionadas pelos dois métodos construtivos do qual este trabalho se propõe, verificando dois aspectos principais: redução do custo e do tempo de execução. Os resultados foram interpretados através de orçamentos e de gráficos comparativos. Através dos dados comparativos e a análise dos resultados pode verificar se o sistema de paredes de concreto é financeiramente viável para o empreendimento proposto.

Palavras Chaves: Paredes de concreto; Alvenaria; Comparação; Métodos construtivos.

ABSTRACT

The use of new construction techniques has increased greatly in our country lately. As a result of Brazil's economic crisis, the application of rational construction methods, which can positively impact the building costs, is extremely crucial, mainly due to the fact that programs such as "Minha Casa Minha Vida" must be continued. One of these techniques is the use of cast-in-place concrete walls system, which has the great advantage of reducing waste, time, material costs and labour costs. Therefore, the main goal of this paper is to show a comparative study between the current conventional technique consisting of masonry walls and the cast-in-place concrete walls system, having as support the analysis of a standard building with 55.44 square meters of area. This standard building was designed for the two systems mentioned before, verifying two parameters: cost reduction and time decrease. Further, the results obtained by this study were discussed through cost estimating and graphical analysis. By doing so, it was possible to verify if the cast-in-place concrete walls technique is financially viable for this project.

Keywords: Concrete Walls; Masonry; Comparative study; Construction Techniques.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Obra em alvenaria estrutural	18
Figura 2 – Detalhe completo da parede de drywall	20
Figura 3 – Armação, instalações e fôrma montada ao fundo	23
Figura 4 – Corte representativo da Fundação / Parede de concreto	24
Figura 5 – Em A Fundação do tipo radier, em B Fundação do tipo sapata corrida.	25
Figura 6 – Armadura paredes de concreto.....	25
Figura 7 – Armação, eletrodutos e espaçadores.	26
Figura 8 – Instalações elétricas e hidráulicas posicionada e fixada.	28
Figura 9 – Lançamento do concreto.	32
Figura 10 – Ordem de aplicação do concreto.	33
Figura 11 – Aplicação do desmoldante nos painéis de fôrmas.....	35
Figura 12 – Armazenamento dos blocos cerâmicos em paletes.	38
Figura 13 – Areia e brita armazenada em baias cercadas, protegidas com lonas.....	39
Figura 14 – Uso das paleteiras e carrinhas para o transporte de blocos cerâmicos.....	39
Figura 15 – Marcação de alvenaria com blocos cerâmicos	43
Figura 16 – Contravergas com blocos tipo canaletas.....	44
Figura 17 – Equipamentos auxiliares na execução e controle das alvenarias.	45
Figura 18 – Em A Fixação com espuma de poliuretano, em B massa de encunhamento com expansor.....	46
Figura 19 – Formas de acoplamento dos sistemas prediais com as alvenarias	47
Figura 20 – Execução do sarrafeamento do emboço.....	49
Figura 21 – Revestimentos aplicados	50

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos de fôrmas.	30
Tabela 2 – Resumo das tipologias de concreto.	32
Tabela 3 – Traços indicativos de argamassa para alvenaria de vedação.	41
Tabela 4 – Resumos orçamentários.	57
Tabela 5 – Orçamento de aquisição de fôrmas metálicas.....	65
Tabela 5 – Orçamento descritivo de materiais e mão de obra para paredes de concreto.	73
Tabela 6 – Orçamento descritivo de materiais e mão de obra para alvenaria convencional.	80
Tabela 7 – Tempo de serviço – Paredes de concreto.....	89
Tabela 8 – Tempo de serviço – Alvenaria convencional.....	90

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Análise comparativa de custo da fundação	58
Gráfico 2 – Análise comparativa de custo da estrutura	59
Gráfico 3 – Análise comparativa de custo da alvenaria	60
Gráfico 4 – Análise comparativa de custo da instalação hidráulicas	61
Gráfico 5 – Análise comparativa de custo da instalação elétricas	62
Gráfico 6 – Análise comparativa de custo do revestimento	63
Gráfico 7 – Análise comparativa do tempo de execução total	64
Gráfico 8 – Custo global por unidade habitacional	65

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CA – Concreto Armado

DR – Diferencial Residual

f_{ck} - Resistência característica à compressão do concreto

MCMV – Minha Casa Minha Vida

NBR – Norma Brasileira

PVA – Polialcool Vinílico

PVC – Policloreto de Vinila

QD – Quadro de distribuição

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 Justificativa	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Sistemas construtivos alternativos	17
2.1.1 Alvenaria estrutural	17
2.1.2 Paredes de gesso acartonados (Drywall)	19
2.2 Paredes de concreto moldadas no local	21
2.2.1 Breve histórico no Brasil	21
2.2.2 Sistema construtivo	22
2.2.3 Fundação.....	23
2.2.4 Armaduras	25
2.2.4.1 Montagem.....	26
2.2.5 Instalações prediais.....	27
2.2.5.1 Hidráulica.....	27
2.2.5.2 Elétrica	28
2.2.6 fôrmas	28
2.2.6.1 Tipos de fôrmas	29
2.2.6.2 Montagem	30
2.2.7 Concreto	31
2.2.7.1 Aplicação do concreto	33
2.2.7.2 Adensamento do concreto.....	33
2.2.8 Desforma e cura.....	34
2.2.9 Acabamento	35
2.2.10 Vantagens e desvantagens do sistema paredes de concreto	36
2.3 Alvenaria convencional com blocos cerâmicos	37
2.3.1 Definição	37
2.3.2 Armazenamento e transporte	38
2.3.3 Preparo da argamassa	39
2.3.4 Definição do traço da argamassa	41

2.3.5 Marcação da alvenaria de blocos cerâmicos.....	42
2.3.6 Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos.....	43
2.3.7 Fixação da alvenaria de blocos cerâmicos.....	46
2.3.8 Execução de instalações	47
2.3.9 Revestimento	48
2.3.9.1 Chapisco	48
2.3.9.2 Emboço	48
2.3.9.3 Reboco ou fino	49
2.3.10 Vantagens e desvantagens	50
3 METODOLOGIA.....	51
4 EXEMPLO PRÁTICO	52
4.1 Descrição da obra	52
4.2 Memorial descritivo.....	52
4.2.1 Memorial descritivo paredes de concreto.....	52
4.2.2 Memorial descritivo alvenaria convencional com blocos cerâmicos	55
4.3 Resumo orçamentário descritivo de materiais e mão de obra.....	57
4.4 Análise comparativa de custos	58
4.4.1 Fundação.....	58
4.4.2 Estrutura	59
4.4.3 Alvenarias.....	60
4.4.4 Instalações hidráulicas	61
4.4.5 Instalações Elétricas	62
4.4.6 Revestimento	63
4.5 Comparação do tempo de execução	64
4.6 Estudo de viabilidade para utilização de paredes de concreto.....	65
5 RESULTADOS E DISCURSÃO.....	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
6.1 Sugestões para futuros trabalhos	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A – ORÇAMENTO DESCRITIVO E TEMPO DE SERVIÇO	73
APÊNDICE B – PLANTAS DE PROJETO	91

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário de crise econômica, a concorrência no setor da construção civil é ainda mais acirrada e tem levado as construtoras a considerarem novas possibilidades de construção, sem abrir mão da qualidade para não perderem sua competitividade no mercado. Além disso, busca-se a racionalização dos insumos e serviços, garantindo maior lucratividade.

Para que uma construtora lance um empreendimento no mercado imobiliário com a maior probabilidade de venda possível, ainda na fase de concepção, faz-se necessário levar em conta vários parâmetros, dentre eles o melhor método construtivo a ser utilizado, afim de obter a minimização dos custos e prazos.

O sistema construtivo paredes de concreto moldadas *in loco* é uma ótima alternativa para o construtor que almeja obter tais características em seu negócio. Com o surgimento de novos estudos e sua norma técnica recém-publicada têm se intensificado a adoção pelo método em questão, garantindo racionalização no canteiro de obras, velocidade em sua execução e diminuição na geração de entulhos, andando em harmonia com a sustentabilidade, assunto que está sempre em pauta na atualidade. Muitas vezes não é adotado por fatores como: insegurança com o alto investimento inicial, sobretudo na aquisição das fôrmas metálicas, comodidade atrelada ao domínio das técnicas construtivas tradicionais em concreto armado, pouca divulgação do assunto nas graduações e pelo fato de muitos projetistas serem leigos neste tema e acabam optando por sistemas mais tradicionais.

Já é conhecida a vantagem de sua utilização em habitações de interesse social, entretanto, existem poucos estudos comparativos desse sistema em relação aos mais tradicionais para empreendimentos particulares, que comprovem numericamente suas vantagens financeiras. Os estudos existentes, em grande maioria, são desenvolvidos pelas próprias empresas fornecedoras dos materiais e serviços atrelados ao sistema, causando certo receio de muitas construtoras. Por esta razão, o sistema paredes de concreto moldadas *in loco* quando comparada com o sistema tradicional utilizando alvenaria com blocos cerâmicos será o foco deste trabalho.

Do outro lado está o sistema convencional com alvenaria de blocos cerâmicos, mais difundido e amplamente empregado em todos os tipos de edificações, devido à sua facilidade de execução e adaptação às diversas formas e projetos mais elaborados.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar um estudo comparativo do método construtivo paredes de concreto moldadas no local com o método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos, aplicado a uma obra de padrão popular, apresentando seus procedimentos executivos e analisar suas vantagens e desvantagens.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Estudar o processo construtivo de paredes de concreto moldadas no local e comparar ao método convencional de alvenaria com blocos cerâmicos com base na literatura técnica disponível;
- b) Apresentar vantagens e desvantagens dos dois métodos construtivos;
- c) Apresentar o orçamento descritivo de ambos os métodos construtivos para o empreendimento genérico proposto, apresentando a incidência do custo direto na obra;
- d) Analisar a quantidade necessária de repetições de unidades habitacionais que o empreendimento proposto precisa ter para que o método paredes de concreto moldadas no local se mostre mais viável economicamente.

1.2 Justificativa

A utilização do método construtivo paredes de concreto moldadas no local têm apresentado um grande crescimento nos últimos anos. Este fato deve-se ao reconhecimento das suas vantagens tais como: redução de etapas construtivas, redução de mão de obra, limpeza do canteiro de obras, redução de desperdícios, velocidade de execução, entre outros.

O sistema parede de concreto embora bastante empregado em construções de baixa renda, é um método que atende a todas as tipologias de empreendimentos. Atualmente a sua utilização no Brasil está inserido no programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) como uma opção crescente, pela velocidade e a necessidade de construir várias unidades em prazos muito curtos. Contudo, existe uma migração do sistema para outras tipologias fora dos padrões do programa MCMV. São encontrados diferentes empreendimentos verticais de até 20 pavimentos realizados com este sistema por todo Brasil. Também para este segmento a redução de etapas e a velocidade de execução dão ao método construtivo, paredes de concreto, um diferencial competitivo no mercado.

Por outro lado, a alvenaria convencional utilizando blocos cerâmicos é a mais empregada na construção civil, ficou popular durante o período modernista da arquitetura nacional, entre as suas vantagens estão à possibilidade de criação de um projeto mais arrojado, utilização de portas e janelas fora das medidas padronizadas, materiais de construção facilmente encontrada por todo o Brasil inclusive em regiões afastadas dos centros, grande possibilidade de mão de obra e é aceita por todas as modalidades de financiamento imobiliário. Apesar de ser mais cara dentro de determinadas circunstâncias, é possível realizar qualquer tipo de reforma, alterações no projeto inicial e ampliação de cômodos com muito mais facilidade.

Portanto, se faz necessário à concentração de esforços para desenvolver pesquisas que possa auxiliar a elaboração de projetos em paredes de concreto moldadas no local, comparando sua viabilidade entre o sistema convencional de alvenaria com blocos cerâmicos, conhecendo suas particularidades nas etapas construtivas, quantidade de mão-de-obra e custos. Desta forma, podendo seguir como referência para profissionais liberais e construtoras que buscam maior eficiência e velocidade na execução dos seus empreendimentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas construtivos alternativos

De acordo com Lima, Marcandier e Moreira (2007), a prática de construção civil brasileira ainda é centrada no processo construtivo que denominamos convencional: estruturas de concreto armado moldadas in loco com vedações de tijolo cerâmico, às quais os demais elementos (esquadrias, acabamentos, tubulações e equipamentos) são acrescentados posteriormente e mediante desmanches parciais do que foi executado anteriormente. As principais desvantagens desse processo estão no alto consumo de recursos naturais não renováveis, no pesado trabalho manual de canteiro e na grande quantidade de resíduos sólidos gerados em razão da irreversibilidade da fusão de componentes com água e cimento.

Em contrapartida, chamamos aqui de processo alternativos aqueles que diferem total ou parcialmente do processo convencional, seja pela sua racionalização, incluindo a pré-fabricação leve, seja mediante materiais e tecnologias não convencionais. Como sistemas alternativos serão expostos de forma geral e sintetizadas os métodos: alvenaria estrutural e paredes de gesso acartonados (drywall) e como objetivo de estudo de forma mais aprofundada o sistema construtivo paredes de concreto moldadas in loco.

2.1.1 Alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural, figura 1, é um processo construtivo em que a estrutura e a vedação do edifício são executadas de forma simultânea. O sistema dispensa o uso de pilares e vigas, ficando a cargo dos blocos estruturais a função portante da estrutura. Neste sistema, a parede não tem apenas a função de vedação, ela desempenha também o papel de estrutura da edificação. Esta solução permite construir desde simples muros, residências e edifícios de diversas alturas. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011).

Segundo Kalil (2007), a alvenaria estrutural atingiu o auge no Brasil na década de 80, difundida com a construção dos conjuntos habitacionais, onde ficou estigmatizada como um sistema para baixa renda. Devido ao seu grande potencial de redução de custos, diversas construtoras e produtoras de blocos investiram nessa tecnologia para torná-la mais vantajosa.

A inexperiência por parte dos profissionais dificultou sua aplicação e causou várias patologias nesse tipo de edificação, fazendo com que o processo da alvenaria estrutural desacelerasse novamente. Em contrapartida, as vantagens econômicas proporcionadas pela

alvenaria estrutural em relação ao sistema construtivo convencional incentivaram algumas construtoras a continuarem no sistema e buscarem soluções para os problemas patológicos observados.

De acordo com a Comunidade da construção (2011), existem três principais tipos de alvenaria estrutural:

- a) Alvenaria estrutural armada – Caracteriza-se por ter os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute (microconcreto de grande fluidez) envolvendo barras e fios de aço;
- b) Alvenaria estrutural não armada – Empregada como estrutura-suporte paredes de alvenaria sem armação. Os reforços são colocados apenas em cintas, vergas, contravergas, na amarração entre paredes e nas juntas horizontais com finalidade de evitar fissuras localizadas;
- c) Alvenaria estrutural parcialmente armada – É aquela em que algumas paredes seguem a regra de alvenaria armada e as demais seguem as regras da alvenaria não armada.

Figura 1 – Obra em alvenaria estrutural.



Fonte - <http://www.interblock.ind.br/>

Segundo Kalil (2007), o sistema construtivo alvenaria estrutural apresenta as seguintes vantagens em relação aos processos tradicionais:

- Economia no uso de madeira para formas;
- Redução no uso de concreto e ferragens;
- Redução na mão-de-obra em carpintaria e ferraria;

- Maior rapidez e facilidade de construção;
- Menor número de equipes ou subcontratados de trabalho;
- Ótimas características de isolamento termo-acústico.

Porém, segundo Casas e projetos (2015), o sistema alvenaria estrutural apresenta algumas desvantagens como:

- Dificuldade na superação de grandes vãos;
- Não aplicável em balanços estruturais;
- Não pode ser alterada a estrutura planejada pelos projetos de engenharia e arquitetura;
- Sem improvisação.

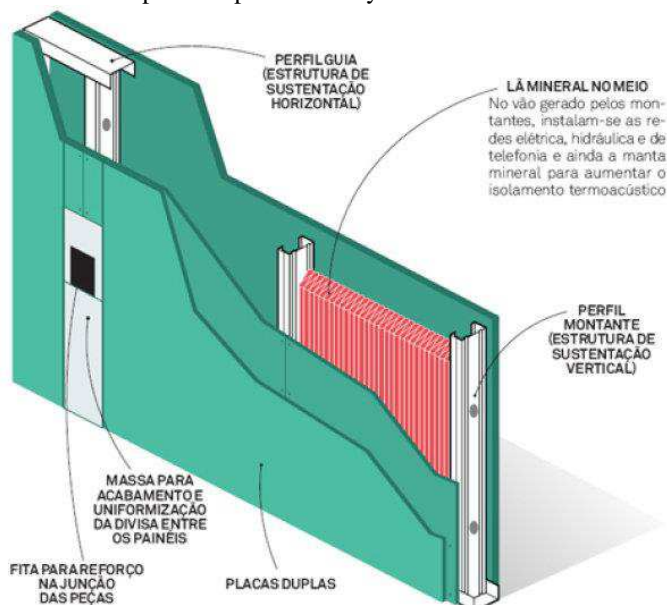
2.1.2 Paredes de gesso acartonados (Drywall)

Utilizados em paredes internas de edifícios, segundo Yazigi (2009), as paredes de gesso acartonados, também conhecido como drywall, são sistemas produzidos em gesso e estruturados por folhas de papelão aplicadas em ambas às faces. As paredes são estruturadas por montantes de chapas dobradas de aço galvanizado, distanciados ao longo de um plano vertical conforme a medida do painel. Essa estrutura é revestida em ambas as faces com painéis de gesso acartonados, sendo o espaço modular entre os montantes preenchidos com material que assegura, à parede, melhor desempenho termo acústicos e antichamas, em geral são usados mantas de lã de vidro ou lã de rocha.

Os painéis partem da concepção de industrialização integral do sistema de vedação, embutindo as instalações elétricas e hidráulicas, em uma característica de componentes acabados, que exigem apenas operações de montagem no canteiro de obras, dispensando a utilização de água, areia tijolos, cal, cimento e mão de obra artesanal.

A instalação se inicia com a demarcação e colocação das guias; o assentamento dos montantes metálicos; o corte dos painéis e sua fixação nos montantes por meio de parafusos, em uma das faces da parede; o preenchimento dos vãos com manta de lã de vidro ou lã de rocha; o assentamento dos painéis na outra face da parede e finalizando com o tratamento das juntas entre os painéis. O acabamento pode ser executado em pintura látex ou com revestimento de papel de parede, laminado melamínico, azulejos, entre outros.

Figura 2 – Detalhe completo da parede de drywall.



Fonte - <http://casa.abril.com.br/materia/drywall-entenda-como-funciona-esse-sistema-de-construcao>

Ainda segundo Yazigi (2009), o sistema apresenta as seguintes vantagens que caracterizam essa tecnologia:

- Versatilidade para diferentes formas geométricas das paredes;
- Capacidade de obtenções de soluções racionalizadas para os demais subsistemas – instalações (com acesso para manutenção);
- Incremento da velocidade de execução da obra, com a eliminação de etapas de trabalho e liberação para a fase de acabamento em curto espaço de tempo.

Por outro lado, a Casa e Construção (2010), apresentam as seguintes desvantagens do sistema:

- Restrito a ambiente interno – A composição das placas de gesso ainda não é resistente para espaços externo como fachadas, já que ficam expostas a intempéries, como chuva e sol excessivo;
- Proliferação de bactérias e fungos – O espaço vazio entre as placas acartonadas na formação das paredes pode ser um bom espaço para a formação e desenvolvimento de bactérias e insetos, como cupim; principalmente em regiões mais quentes;
- Locais úmidos – Apesar de ter certa resistência, as placas de gesso não são muito indicadas para ambientes muito úmidos, como banheiros. O excesso de umidade pode mofar a parede e até comprometer a estrutura.

2.2 Paredes de concreto moldadas no local

2.2.1 Breve histórico no Brasil

O sistema Parede de concreto foi inspirado em experiências de construção industrializada consagradas e bem-sucedidas em concreto celular (Sistema Gethal) e em concreto convencional (Sistema Outinord), que eram métodos mundialmente conhecidos em meados das décadas de 70 e 80, além de várias outras obras de fôrmas deslizantes ou trepantes. Entretanto a falta de escala e continuidade das obras, principalmente devido às limitações do sistema financeiro da época, impediu que essas tecnologias se consolidassem, atrasando a própria evolução da construção no país. (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

De acordo com Renato Faria (2009):

A Rodobens Negócios Imobiliários foi a primeira a adotar o novo sistema construtivo para a execução de seus empreendimentos Terra Nova. No final de 2006, a empresa recebia os primeiros jogos de fôrmas de plástico para a execução das casas de um condomínio localizado em São José do Rio Preto (SP).

Embora o sistema de paredes de concreto já fosse utilizado no Brasil há alguns anos, era empregado em pequenas escalas e em locais pontuais, apenas nos últimos seis anos, surgiu uma demanda realmente considerável de construção de larga escala, sobretudo por conta do programa governamental de habitação popular Minha Casa, Minha Vida, onde nesse segmento, costuma-se fazer grandes canteiros de obras com mais de mil unidades habitacionais. (CORSINI, 2011).

Com o crescimento da utilização do método paredes de concreto nos últimos anos, entrou em vigor no dia 10 de maio de 2012, um mês após a sua publicação a ABNT NBR 16055:2012 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos; normatizou os procedimentos executivos e trouxe mais segurança aos projetistas e construtores na garantia da qualidade da obra de parede de concreto, tanto no atendimento à ABNT NBR 15575, que trata do desempenho das edificações, quanto na viabilidade de abertura de financiamentos junto aos agentes financeiros, em especial para o programa governamental Minha Casa Minha Vida. (BASSETTE, 2016).

2.2.2 Sistema construtivo

Paredes de concreto moldadas in loco é um sistema construtivo cuja estrutura e a vedação, são constituídas por um único elemento. Basicamente, o sistema consiste na montagem de fôrmas metálicas, plásticas ou mistas onde são preenchidas com concreto. Previamente também são incorporados, parcialmente, entre as fôrmas, as instalações hidráulicas, elétricas e esquadrias. O sistema apresenta como características marcantes, a velocidade do ciclo de execução das unidades habitacionais, mão de obra otimizada na produção e etapas construtivas eliminadas no processo, como a vedação, chapisco, reboco. Estas atribuições concorrem para maior produtividade e diminuição de variáveis que eventualmente possa atrasar o planejamento do empreendimento.

De acordo com Bassete (2016), o sistema parede de concreto, considerando mão de obra, insumos e toda a logística envolvida quando comparado a tipologias construtivas convencionais:

[...] oferece uma gama considerável de vantagens no que diz respeito à redução de custos indiretos, rapidez, minimização de riscos, dependência da mão de obra especializada, desperdícios, retrabalho, elasticidade no cronograma e, especialmente pela tendência de se assemelhar à indústria seriada, aos ganhos reais de escala.

Trata-se de um sistema construtivo racional, permitindo fazer um planejamento completo e detalhado da obra. Ele reduz as atividades artesanais e improvisações, contribuindo para diminuir o número de operários no canteiro de obras. Com mão de obra qualificada e maior produção em menos tempo, melhoram os indicadores de produtividade e aumentam as margens do negócio. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012).

O sistema convencional de alvenaria com blocos cerâmicos, ainda é muito utilizado para construção de conjuntos residenciais no Brasil. Entretanto é caracterizado como um sistema de execução lenta, com alto contingente de mão de obra, atividades artesanais e elevado índice de desperdício.

No caso do sistema construtivo parede de concreto, o processo é totalmente sistemático, pois se fundamenta em conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico e multifuncionalidade. Desta forma, a obra se transforma em uma linha de montagem, como na indústria automobilística. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

A Figura 3 a seguir, mostra a armação de telas soldadas com as instalações prediais posicionadas e ao fundo outra unidade habitacional com as fôrmas dispostas aguardando a concretagem.

Figura 3 – Armação, instalações e fôrma montada ao fundo.



Fonte – Autor (2016).

A seguir serão tratados isoladamente cada componente das Paredes de concreto moldadas in loco, possibilitando assim um melhor entendimento de cada etapa de execução do sistema construtivo.

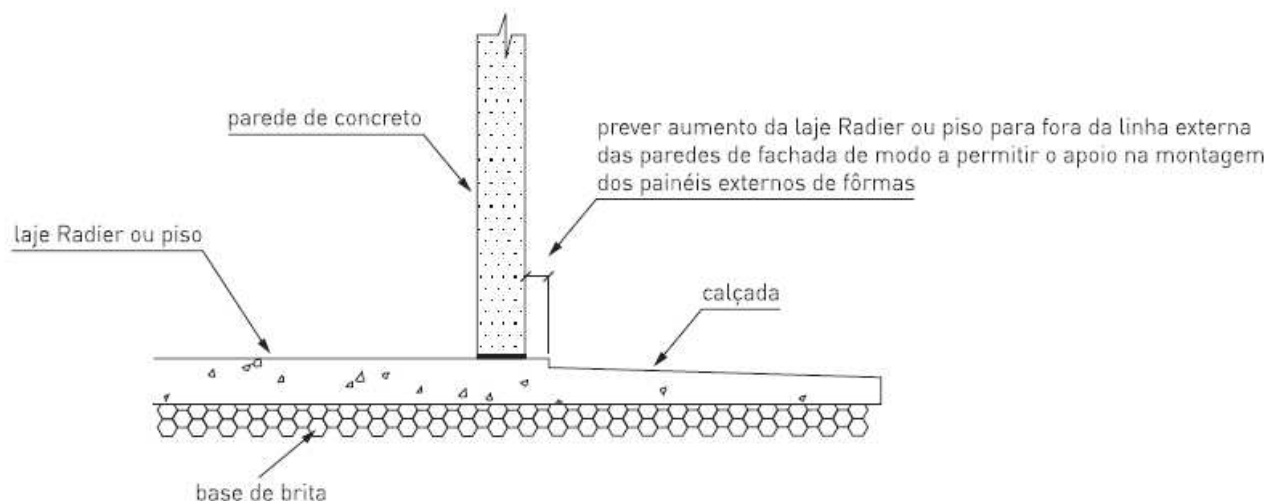
2.2.3 Fundação

A escolha do tipo da fundação está amarrada as condições locais do empreendimento, em especial a resistência mecânica do solo. A opção do tipo de fundação deve contemplar os aspectos de segurança, estabilidade e durabilidade da fundação (parâmetros de ordem geral) e a questão do alinhamento e nivelamento necessários para a produção das paredes (parâmetros específicos do sistema construtivo). (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

A obra deve ser executada com nivelamento rigoroso para não prejudicar nas outras etapas. O tipo de fundação mais utilizado em residências unifamiliares é o radier, que deve ser construído com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas, permitindo o apoio e facilitando a sua montagem. (MISURELLI e MASSUDA, 2009)

A Figura 4 a seguir, representa um corte do conjunto Fundação / Parede de concreto com o espaço excedente em relação à espessura externa da fôrma, facilitando o apoio na montagem.

Figura 4 – Corte representativo da Fundação / Parede de concreto.



Fonte – Coletânea de Ativos – Parede de concreto, 2007.

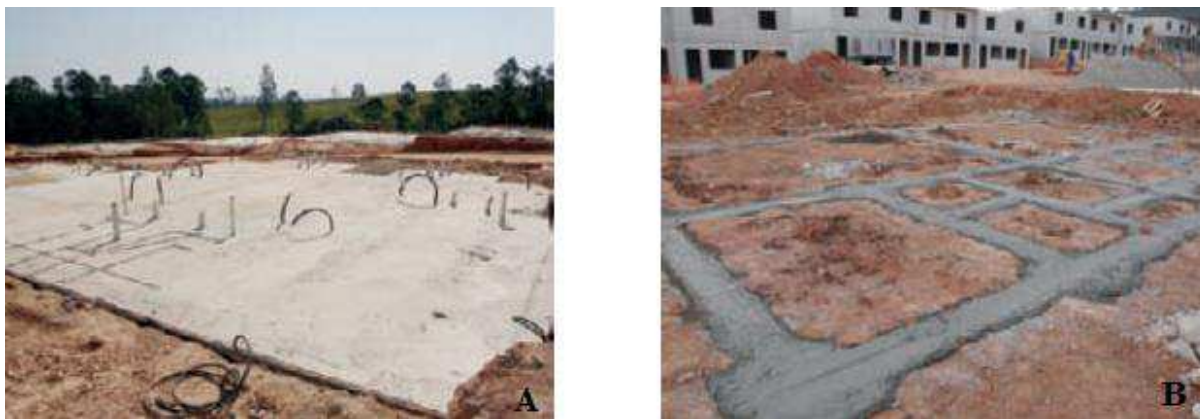
Segundo a Associação brasileira de cimento Portland et al (2007), não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados os sistemas de fundações em laje de apoio (radier), sapata corrida, blocos de travamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto.

Alguns cuidados devem ser notados nesta etapa, tais como:

- A locação e o nivelamento das fundações devem estar concordando com os projetos arquitetônicos e de fôrmas;
- Em fundação direta, devem-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade (água) existente ao nível do solo migre para dentro da edificação ou das paredes;
- Recomenda-se a realização da cura úmida do concreto por um período mínimo de 7 dias para as fundações em laje tipo radier;
- A concretagem das fundações tipo radier (ou de pisos) é feita do modo convencional, direta do caminhão betoneira, sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita 1 com espessura mínima de 3 cm.

A figura 5 a seguir, exemplifica dois tipos de fundações utilizadas em obras de paredes de concreto moldadas in loco:

Figura 5 – Em **A** Fundação do tipo radier, em **B** Fundação do tipo sapata corrida.



Fonte – Coletânea de Ativos – Paredes de concreto, 2007.

2.2.4 Armaduras

As armaduras do sistema paredes de concreto, figura 6, têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações das instalações prediais hidráulicas, elétricas e gás. São utilizadas telas soldadas posicionadas no eixo vertical das paredes ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento, além de barras para fazer o cintamento superior nas paredes, vergas, contravergas entre outros (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 6 – Armadura paredes de concreto.



Fonte – Autor (2016).

O espaçamento máximo entre as barras verticais e horizontais é de 30 cm ou duas vezes a espessura da parede. As paredes podem conter uma tela soldada, disposta longitudinalmente e próxima ao centro geométrico da seção horizontal da parede, ou tela soldada nas duas faces quando a espessura da parede for superior a 15 cm ou em parede no andar térreo de edificações que possam ser sujeitas a choque de veículos, e paredes que engastam marquises e terraços em balanço (NBR 16055, p 14).

2.2.4.1 Montagem

A montagem das armaduras e reforços deve seguir as especificações do projeto. A princípio, é feita a montagem da armadura principal, em tela soldada. Em seguida, acrescentamos as armaduras de reforços, ancoragens de cantos e cintas. Podemos agilizar a montagem das armaduras cortando previamente os locais onde serão posicionadas as esquadrias de portas e janelas, caso o projeto não preveja este procedimento.

Por fim, são colocamos os espaçadores plásticos, com a finalidade de garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis em obediência ao projeto, especialmente alinhamentos e espessura de paredes. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2007/2008).

Figura 7 – Armação, eletrodutos e espaçadores.



Fonte – <http://www.cesed.br/construcaoedificios/blog/?p=1504>

2.2.5 Instalações prediais

Uma das características mais marcantes do sistema parede de concreto é a praticidade de ter após a desfôrma, as instalações hidráulicas e elétricas devidamente embutidas em seu interior.

A NBR 16055 (2012, p 11), exige que as tubulações verticais, para serem embutidas, devem atender simultaneamente às seguintes condições:

- a) Quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- b) Quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 Mpa;
- c) Quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- d) Quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da espessura da parede. Restando espaço suficiente para, no mínimo o revestimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro de 66% da espessura da parede e com revestimentos mínimos, desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado;
- e) Tubos metálicos não se encostem às armaduras para evitar corrosão galvânica;
- f) Não se admitem tubulações horizontais, a não ser em trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m, desde que este trecho seja considerado não estrutural;
- g) Em nenhuma hipótese são permitidas tubulações, verticais ou horizontais, nos encontros de paredes.

2.2.5.1 Hidráulica

Os pontos de conexões da rede hidráulica devem ser marcados nos painéis de fôrmas de paredes já na primeira montagem, marcando sempre as mesmas posições nas várias operações futuras de execução do sistema.

Os furos para fixação das conexões (joelhos, cotovelos, tês, registro de pressão entre outros) devem ser feitos com serra de copo para não danificar o revestimento dos painéis, quando trabalhamos com fôrmas que utilizam chapas de madeira compensada ou material sintético para dar o acabamento na peça concretada. Já para as fôrmas que utilizam chapas metálicas como acabamento dos painéis, devem-se evitar as furações para a fixação das peças hidráulicas. Nestes casos, além de prender as peças nas armaduras, devemos colocar espaçadores entre a rede de tubos hidráulicos e as faces dos painéis para garantir o recobrimento e o posicionamento das peças. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

2.2.5.2 Elétrica

A montagem da rede elétrica obedece à mesma sistemática apresentada para a rede hidráulica. As caixas de interruptores, tomadas, luzes etc., são fixadas nos painéis de fôrmas de paredes por meio de gabaritos, de acordo com a posição indicada nos respectivos projetos.

Em caixas que apresentem orifícios por onde possa entrar o concreto ou escoar, devem ser feitos preenchimentos com papel ou pó de serra, impedindo assim que o concreto obstrua os orifícios dos dutos elétricos. Os eletrodutos devem ser fixados às armaduras, para evitar que sejam deslocados durante o lançamento do concreto. Devem ser colocados espaçadores entre a rede de dutos e os moldes de paredes para garantir o recobrimento e o posicionamento. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012).

A figura 8 a seguir, mostra as instalações hidráulicas e elétricas posicionadas na armadura de telas soldadas, pronta para o posicionamento da fôrma interna para iniciar a concretagem.

Figura 8 – Instalações elétricas e hidráulicas posicionadas e fixadas.



Fonte – <http://www.ecopore.com.br/aplicacoes/sistema-construtivo-de-paredes-em-concreto-celular/>

2.2.6 fôrmas

As fôrmas são estruturas provisórias cuja função é moldar o concreto fresco recém-lançado, compondo-se assim as paredes estruturais. É um fator decisivo a sua resistência, pois é necessário que a mesma resista as pressões de lançamento do concreto até a

sua solidificação. Para isso, as fôrmas devem ser estanques e favorecer rigorosamente a geometria das peças que estão sendo moldadas. (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Segundo a ABNT NBR 16055 (2012), a escolha da tipologia adequada das fôrmas, bem como o desenvolvimento e detalhamento do projeto são de extrema importância para a viabilidade do sistema de paredes de concreto e para a garantia da qualidade do produto final. O sistema de formas deve sempre vir acompanhado de seu projeto. O responsável pela obra deve proceder a uma rigorosa análise crítica do projeto, para eliminação de quaisquer dúvidas ou discordâncias, antes de iniciar os trabalhos de montagem.

Segundo Hugo Misurelli e Clovis Massuda (2009), a escolha e o desenvolvimento e detalhamento do projeto de fôrmas são extremamente importantes para a viabilidade do sistema de paredes de concreto e para a qualidade da entrega. O projeto de fôrma deve abordar o detalhamento dos seguintes itens:

- Posicionamento dos painéis;
- Equipamentos auxiliares;
- Peças de travamento e prumo;
- Escoramento;
- Sequência de montagem e desmontagem.

2.2.6.1 Tipos de fôrmas

De acordo com a Coletânea de ativos – Paredes de concreto (2007, p 77), os tipos de fôrmas mais utilizadas são:

- Fôrmas Metálicas: São fôrmas que utilizam quadros e chapas metálicas tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada;
- Fôrmas Metálicas / compensado: São compostas por quadros em peças metálicas (aço ou alumínio) e utilizam chapas de madeira compensada ou material sintético para dar o acabamento na peça concretada;
- Fôrmas Plásticas: Utilizam quadros e chapas feitas em plástico reciclável, tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada, sendo contraventadas por estruturas metálicas.

Para edifícios de múltiplos pavimentos, podem-se utilizar fôrmas trepantes. Nesta modalidade a produtividade da mão-de-obra é alta, pois as fôrmas, estruturadas com painéis de grandes dimensões e andaimes de serviço, já são transportadas de uma só vez, diminuindo

etapas de montagem. Com isso, o transporte vertical do conjunto exige necessidade de grua no canteiro.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos de fôrmas.

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Fôrmas Plástica	• Painéis leves • Baixo custo de aquisição • Possibilidade de modelação • Disponibilidade de locação	• Dificuldades com prumo e alinhamento • Acabamento superficial ruim • Menor durabilidade • Poucos fornecedores
Fôrmas convencionais (metálicas e chapas de compensado)	• Equipamentos nacionais, tendo um custo menor • Maior durabilidade • Montagem fácil • Bom acabamento superficial • Grande disponibilidade no mercado	• Painéis mais pesados • Necessidade de troca frequente das chapas • Dificuldade de modulação • Grande quantidade de peças soltas
Fôrmas de alumínio	• Painéis duráveis • Equipamento leve • Qualidade no prumo e alinhamento • Bom acabamento superficial • Rapidez na montagem dos painéis • Boa estanqueidade	• Alto custo para aquisição • Pouca disponibilidade no mercado nacional • Dificuldade de modulação • Necessidade de captação de mão de obra

Fonte – Faria (2009).

2.2.6.2 Montagem

Segundo a Coletânea de ativos – Paredes de concreto (2007, p. 79), para montagem das fôrmas deve-se seguir a sequência executiva estabelecida no projeto de fôrmas, que pode variar de acordo com sua tipologia. Entretanto existe uma sequência padrão, que segue a identificação prévia das peças:

- 1) Nivelamento da laje de piso da fundação ou piso inferior: É importante que o piso da laje de apoio esteja perfeitamente nivelado, a fim de evitar diferenças de níveis de topo entre painéis, o que acarretaria descontinuidade no alinhamento superior das paredes;
- 2) Marcação das linhas de paredes nas fundações: Antes de iniciar a montagem dos painéis de fôrmas, é necessário marcar no piso de apoio (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes, de modo a orientar o posicionamento dos painéis;
- 3) Montagem das armaduras;

- 4) Montagem da rede hidráulica;
- 5) Montagem da rede elétrica;
- 6) Início do posicionamento dos painéis de fôrmas de paredes: Normalmente, inicia-se a montagem dos painéis pela parede hidráulica (banheiro ou cozinha), colocando-se primeiro os painéis de canto, formando um ‘L’, e depois os painéis da face interna da parede hidráulica. Esta escolha é importante, pois permite posicionar as tubulações exatamente no centro da parede;
- 7) Colocação de portas e janelas (caixilhos);
- 8) Colocação dos grampos de fixação entre painéis: Os painéis devem ser montados em sequência, de ambos os lados, e conectados com o uso de grampos ou pinos. A montagem deve obedecer à distribuição indicada na planta executiva;
- 9) Posicionamento das escoras prumadoras;
- 10) Colocação das ancoragens: Os elementos de fixação da montagem final, também chamados ‘elementos de costura’, pois formam as linhas de costura dos painéis, são os responsáveis pela absorção das pressões que o concreto, ainda no estado plástico, deverá exercer sobre as fôrmas;
- 11) Fechamento das fôrmas de paredes.

Antes de ser lançado o concreto, devem ser cuidadosamente conferidas às posições e condições estruturais do escoramento e escoramento remanescente, aprumadores e alinhadores horizontais, a fim de assegurar que as dimensões, posições e prumo das fôrmas sejam mantidos de acordo com o projeto e permitir o tráfego de pessoas e equipamentos necessários à operação de concretagem com segurança. (NBR 16055 – 19.3.2).

2.2.7 Concreto

De acordo com a ABNT NBR 16055 (2012), o concreto destinado às estruturas de parede de concreto pode ser preparado pelo executante da obra ou por empresa de serviços de concretagem, sendo que ambos devem assumir a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de preparo do concreto conforme a ABNT NBR 12655, bem como as disposições da ABNT NBR 7212.

Para a definição do modo a ser preparado o concreto para a execução, deve ser levado em consideração o tempo de transporte do concreto entre o início da mistura, contando a partir da primeira adição de água até a entrega na obra, é extremamente relevante para o

desempenho da obra. Esse tempo deve ser calculado para que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado, evitando a formação de junta fria. (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 9 – Lançamento do concreto.



Fonte – Autor (2016).

De acordo com a Coletânea de ativos – Paredes de concreto (2007, p. 85), o tempo decorrido entre o início da mistura e a entrega do concreto no canteiro deve ser inferior a 90 minutos; e o tempo decorrido entre o início da mistura na central de produção e o final da descarga do concreto na obra não deve ultrapassar 150 minutos. No caso de concreto autoadensável (Tipo N), o bombeamento e lançamento devem ocorrer no máximo 40 minutos após a colocação do aditivo hiperfluidificante, o que geralmente é feito na obra. Já o concreto celular (Tipo L1) deve ser lançado na fôrma em até 30 minutos após a conclusão do processo de mistura da espuma.

Tabela 2 – Resumo das tipologias de concreto.

Tipo	Concreto	Massa Específica (kg/m³)	Resistencia Mínima à compressão	Tipologia Usualmente Utilizanda
L1	Celular	1500 - 1600	4	Casa até pavimentos
L2	Com agregado Leve	1500 - 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900 - 2000	6	Casas até 2 pavimentos
N	Convencional ou autoadensável	2000 - 2800	20	Qualquer tipologia

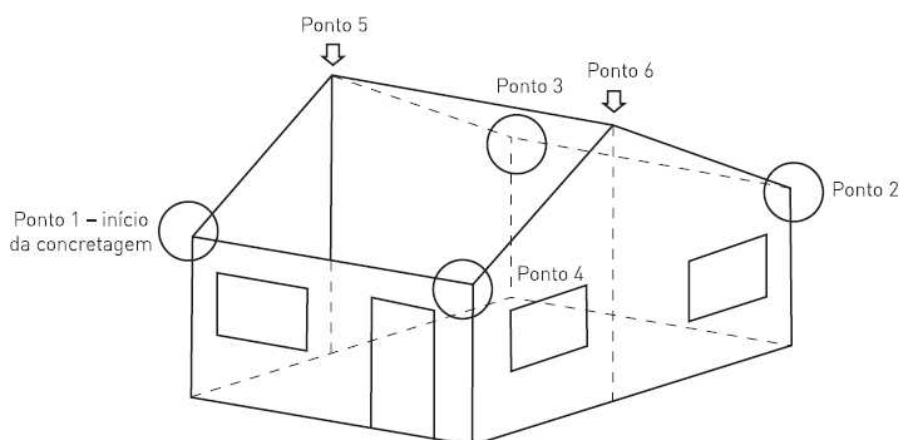
Fonte – Coletânea de Ativos – Parede de concreto, 2007.

2.2.7.1 Aplicação do concreto

Segundo Hugo Misurelli e Clovis Massuda (2009), a aplicação do concreto, deve obedecer a um planejamento detalhado levando em consideração as características do concreto que será utilizado, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e as características do empreendimento:

- 1) Iniciar por um dos cantos da construção até as paredes próximas estarem cheias;
- 2) Seguir mesmo procedimento no canto oposto;
- 3) O procedimento é o mesmo para os outros dois pontos;
- 4) Pontos nas linhas elevadas (telhado);
- 5) O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final;
- 6) A utilização de bomba para lançamento do concreto reduz a probabilidade de falhas de concretagem;
- 7) Não deve haver interrupções com duração superior a 30 minutos.

Figura 10 – Ordem de aplicação do concreto.



Fonte – Coletânea de Ativos – Parede de concreto, 2007.

2.2.7.2 Adensamento do concreto

O concreto deve ser vibrado com equipamento específico imediatamente após o lançamento. O adensamento deve ser feito de forma cuidadosa, de forma que a mistura preencha todos os espaços da fôrma. Nessa operação, o executor deve tomar as precauções necessárias para impedir a formação de ninhos ou segregação dos materiais e para não danificar os painéis das fôrmas. (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Segundo a Coletânea de ativos – Paredes de concreto (2007, p. 88), o enchimento da fôrma deve ser feito sem a ocorrência de falhas por aprisionamento de ar, para isso faz-se necessário:

[...] prever furos nas fôrmas (com cerca de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro) nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais propícios à formação de vazios (janelas de inspeção). Deve-se também acompanhar o enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis. É importante evitar a vibração da armadura, para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência. No adensamento manual, as camadas de concreto não devem exceder a 20 cm. Se a opção for usar vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser, no máximo, aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha. Se não for possível atender a essa exigência, o vibrador de imersão não deverá ser empregado.

Em razão das características do sistema construtivo parede de concreto, onde as fôrmas das paredes são estreitas e altas, é muito importante ter um sistema de adensamento confiável. O concreto autoadensável (Tipo N) ou celular (Tipo L1) - que tem maior fluidez e plasticidade eliminam a necessidade de vibração e sua alta viscosidade evita a segregação dos materiais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

2.2.8 Desforma e cura

A remoção das fôrmas e do escoramento só deve ser feita quando o concreto se encontrar suficientemente endurecido para resistir às ações que atuarem sobre ele e estas não conduzirem a deformações inaceitáveis. Essa retirada também deve ser feita sem choques e obedecer a um programa elaborado de acordo com o tipo da estrutura. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

Na desmontagem, é conveniente que os painéis sejam posicionados ao lado da próxima habitação a ser executada. É essencial que seja realizada uma limpeza completa, removendo a película de argamassa (cimento + água + areia) aderida ao molde. Esse trabalho deve ser cuidadoso, de modo a garantir a vida útil das fôrmas. (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Após a limpeza, deve-se aplicar o agente desmoldante, exemplificado na figura 11. Como o sistema Parede de Concreto admite o uso de fôrmas metálicas ou plásticas, além das convencionais de madeira, deve ser dada uma atenção especial ao desmoldante escolhido. O produto precisa ser adequado a cada superfície, evitando-se que o concreto grude na fôrma e deixe resíduos na superfície das paredes, o que comprometeria a aderência do revestimento final. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

Figura 11 – Aplicação do desmoldante nos painéis de fôrmas.



Fonte - <http://techne.pini.com.br/>

Existem dois métodos principais de cura: Por molhagem e por membrana (películas impermeáveis/agentes de cura). O primeiro método consiste em umedecer o concreto com água durante um período de no mínimo três dias, molhando a parede pelo menos cinco vezes ao dia, o segundo método consiste na aplicação de uma fina camada do produto químico com características impermeáveis, evitando que o concreto perca a água de hidratação, este método é conhecido como membranas impermeáveis. O principal inconveniente desse processo é a necessidade de remoção dessa película, por meio de lavagem e escovação com água quente, para garantir a aderência do revestimento final. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

2.2.9 Acabamento

Uma das principais características deste sistema construtivo é a grande redução da espessura das camadas de revestimento, não havendo restrições quanto ao uso de qualquer tipo de revestimento, exigido apenas o cumprimento das especificações aconselhadas pelo fabricante, normalmente, são aplicados diretamente sobre a parede de concreto.

Após a desforma as paredes exibem uma textura regular, com pequenos sinais de junções entre os painéis e furos de ancoragens. As rebarbas das junções devem ser removidas com espátulas logo após a desforma, os furos de ancoragem preenchidos com argamassa de cimento e areia. Para eventuais falhas decorrente da infiltração de ar e as falhas provocadas pela heterogeneidade da granulometria da areia e impurezas podem ser corrigidas com a

operação de feltragem. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND et al, 2007/2008).

Como se pode observar, o sistema oferece um resultado com peças com bom acabamento e niveladas, porém é importante que essas pequenas correções aconteçam o mais rápido possível, tendo em vista que o concreto ainda não apresenta sua resistência máxima, facilitando tais ações corretivas.

2.2.10 Vantagens e desvantagens do sistema paredes de concreto

O sistema parede de concreto é uma alternativa tecnológica que vem conquistando vários adeptos no mercado brasileiro. Com a proposta de uma metodologia voltada para a produção de edificações em larga escala dentro de uma exigência de prazos apertados. De acordo com a Comunidade da Construção (2012), as principais vantagens do sistema são:

- Velocidade de execução;
- Industrialização do processo;
- Qualificação da mão de obra
- Atividades planejadas e não artesanais, potencializando a produção dentro dos requisitos de qualidade estabelecidos;
- Segurança em todos os níveis - Por ser racionalizado, o sistema conta com equipamentos que privilegiam a segurança dos operários. O processo executivo incorpora, por exemplo, andaimes e guarda-corpos integrados aos painéis de fôrmas;
- Acabamento - Como resultado de um processo monitorado e pouco sujeito a improvisações, a própria obra ganha em qualidade. Devido ao excelente padrão dos sistemas de fôrmas e do tipo de concreto empregado, as paredes não necessitam de revestimento de argamassa, apenas de pintura ou textura diretamente sobre o concreto acabado;
- Espaço das unidades - Em razão da menor espessura das paredes de concreto em relação à alvenaria convencional, o sistema permite obter ganho de área útil para a mesma área total da unidade.

A aplicação desse sistema por outro lado, tem alguns aspectos que impedem sua aplicação em certos tipos de empreendimentos, geralmente devido ao alto custo das fôrmas, transporte, logística e treinamento da mão de obra, a Casas e Projetos (2013), expõe algumas desvantagens:

- O custo para aquisição das fôrmas é extremamente elevado, o que geralmente impede que pequenos construtores possam conseguir aplicar este método construtivo;
- Outro aspecto é relativo ao projeto da edificação, pois a compra do conjunto de fôrmas somente é utilizada para projetos pré-determinados, não podendo ser usados em novos modelos de empreendimento se não aqueles a quem se destinam;
- Necessidade de o empreendimento ter todos os projetos como hidráulica, elétrica, estrutural, arquitetônico, como forma de evitar transtornos com retrabalho;
- As reformas de edificação que foram construídas em paredes de concreto merecem uma atenção especial para evitar sustos com rompimentos de tubos, por isto sempre a necessidade de todos os projetos complementares.

2.3 Alvenaria convencional com blocos cerâmicos

O sistema de alvenaria convencional com blocos cerâmicos é o método construtivo mais adotado no Brasil para obras residenciais. As paredes são conhecidas como estruturas “não-portantes” ou simplesmente vedação, servem apenas como fechamento e separação de ambientes. Todo o peso é absorvido pelo sistema pilares, lajes, vigas e fundações, e por isto pode-se dizer que as paredes não possuem função estrutural.

2.3.1 Definição

De acordo com Azevedo (1997), a alvenaria é toda obra constituída de pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por meio de argamassas, devendo oferecer resistência, durabilidade e impermeabilidade, sendo esta última garantida por meios sintéticos, utilizando produtos específicos.

Na alvenaria de vedação, como o próprio nome sugere, o objetivo das paredes é fechar a estrutura da obra entre pilares e vigas sem contribuir de forma direta para a estrutura do projeto. Esta característica não dispensa a utilização de tijolo cerâmico com tecnologia e dimensionados para atender com praticidade as diferentes exigências de cada projeto.

Tradicionalmente tidas como robustas, espessas e rígidas, na metade do século XX as alvenarias evoluíram para lâminas esbeltas e essa evolução tecnológica apontou para o desenvolvimento dos mais variados materiais, como os de baixa massa específica (concreto celular), componentes vazados (blocos de concreto, cerâmicos, sílico-calcário) entre outros, surgiram várias alternativas que passaram a oferecer mais resistência, leveza e durabilidade às construções (THOMAZ, 2001).

2.3.2 Armazenamento e transporte

Sabbatini, Brito e Selmo (1988), recomendam que o estoque seja feito em locais protegidos de intempéries, uma vez que o uso de blocos com extremos de umidade (muito seco ou muito úmido) pode ocasionar danos às alvenarias como retração na secagem ou menor aderência com a argamassa.

Os blocos devem ser estocados em pilhas não superiores a 2m de altura, separados por tipos e devidamente identificados, uma boa prática é a paletização como mostra a figura 12, que agiliza o transporte, diminui perdas e mantém o local sempre limpo e organizado (CORREA, 2006).

Figura 12 – Armazenamento dos blocos cerâmicos em paletes.

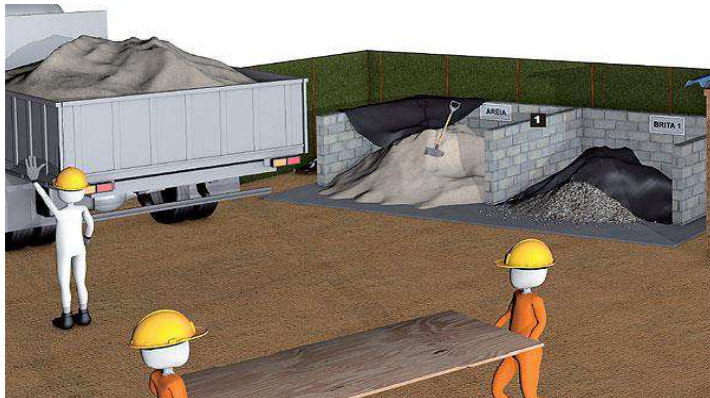


Fonte – <http://www.ceramicaggp.com.br/>

No caso dos aglomerantes, o local de estocagem deve estar essencialmente protegido das intempéries, identificados e organizados de tal forma que se tenha empilhamento do material ensacado sobre estrados de madeira, com altura máxima de 10 unidades para cimento (NBR 11578, 1997), 20 unidades no caso de cal (NBR 7175, 2003) e 15 unidades em pilhas de argamassa industrializada (NBR 13281, 2005).

Sabbatini, Brito e Selmo (1988) recomendam, para areia, que o estoque seja protegido das intempéries, obtendo-se maior controle do estoque. Caso não seja possível, utilizar lonas para cobri-las de chuvas fortes. Na estocagem deve-se ter cuidado para que não ocorram misturas entre os diferentes materiais. É recomendável a utilização de baias identificadas e cercadas em três laterais com dimensões compatíveis ao estoque necessário.

Figura 13 – Areia e brita armazenada em baias cercadas, protegidas com lonas.



Fonte – <http://construcaomercado.pini.com.br/>

O transporte dos materiais, em especial dos blocos cerâmicos, pode-se fazer através do uso das paleteiras e carriolas, que facilitam o transporte, tornando-os mais rápidos e seguros como mostra a figura 14.

Figura 14 – Uso das paleteiras e carriolas para o transporte de blocos cerâmicos.



Fonte – <http://www.pauluzzi.com.br/>

2.3.3 Preparo da argamassa

Segundo Santos Júnior (2014), argamassas são misturas íntimas de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e água. Além dos componentes essenciais das argamassas,

podem ser adicionados outros com a finalidade de melhorar suas propriedades. O bom desempenho das paredes em alvenaria de blocos cerâmicos depende, dentre outros aspectos, da argamassa, de sua adequada especificação e interação com o bloco.

Para argamassa convencional (mista de cimento, cal e areia, fabricada em obra), há a necessidade de espaços para estoques e equipamentos; os equipamentos seriam peneiradores de agregados (manual ou mecânico), dosadores de materiais (padiolas), misturadores (betoneiras, argamassadeiras) e equipamentos para transporte (carrinhos de mão, jericas, etc.) (SANTOS JÚNIOR, 2014).

Caso a escolha seja por argamassa industrializada, fornecida em sacos, em que basta adicionar água e misturá-la no momento da aplicação, é necessário um local protegido para estocagem do material, equipamentos de transporte até o local da aplicação e equipamentos para de mistura de pequeno porte (argamassadeiras de eixo horizontal), para produção de argamassa no próprio pavimento. Esse sistema permite a utilização do equipamento de transporte fora dos horários de pico, evitando o congestionamento e elevando a produtividade (SILVA, 2003).

A seguir serão tratados os diferentes tipos de argamassa utilizados na execução da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, suas características mais importantes para a finalidade que será proposta e a dosagem para cada aplicação.

Argamassa para chapisco – Com relação ao cimento, Carasek (2006), indica o uso dos tipos CP II ou CP V. Já Thomaz (2001) não recomenda o uso de cimentos de alto forno ou pozolânico (CP III ou CP IV) no preparo de chapiscos em finas camadas, devido à rápida evaporação da água de amassamento, o que não permite as reações de hidratação da escória e da pozolana. Thomaz ainda diz que a areia deve ser lavada, bem graduada e grossa, o uso de aditivos deve ser introduzido na argamassa conforme as especificações do fabricante.

Argamassa para Assentamento – O cimento aplicado pode ser o disponível, uma vez que os tipos e marcas fabricadas mais importantes de argamassa de assentamento não interferem de forma direta nas propriedades mais importantes, devido ao pequeno teor de cimento empregado na dosagem e à padronização do cimento normalizado (SABBATINI, 1998).

A areia recomendada por Thomaz (2001) deve ser lavada, bem granulada e média. Por apresentar grande variedade em suas características, devem ser feitos ensaios específicos para mensuração de sua interferência nas propriedades da argamassa. Thomaz ainda aconselha o uso de argamassa mista, composta de cimento e cal hidratada. O cimento é importante para aderência argamassa-alvenaria e a cal diminui o módulo de deformação das

paredes, melhorando a capacidade de absorver deformações. Recomenda-se a utilização de misturador (contínuo ou por batelada), devido à melhor qualidade da mistura, quando comparada à utilização de betoneira.

Argamassa para fixação – De acordo com Souza et al (1996) A ligação da alvenaria com a estrutura de concreto deve ser executada conforme as solicitações impostas e a concepção do projeto. No caso em que o espaço deixado para a fixação deve ser preenchido com argamassa, recomenda-se o uso da mesma argamassa empregada na elevação da alvenaria, sendo os aditivos (elastômeros como resina de PVA), quando necessário, incorporados à argamassa de referência conforme a orientação do fabricante. Thomaz (2001) recomenda o uso de “argamassa pobre” (massa fraca, com alto teor de cal), quando a fixação necessita ser bastante deformável devido ao estado prévio de tensões impostas na alvenaria. É aconselhável a aplicação dessas argamassas com bisnaga, com a finalidade de reduzir os desperdícios, resultando em um cordão de argamassa contínuo e uniforme, sem desagregação (Souza et al, 1996).

2.3.4 Definição do traço da argamassa

Traço é a expressão do proporcionamento adequado dos materiais que compõem a argamassa. De acordo com Thomaz (2001), os traços adequados para chapisco, concretos e argamassas só podem ser estabelecidas depois de se conhecer as características dos materiais a serem empregados na obra como alvenaria a ser utilizada e os processos de execução a serem adotados.

O traço da argamassa será definido de acordo com as exigências da aderência, permeabilidade da junta, trabalhabilidade para o assentamento dos blocos, dentre outras características.

O autor recomenda os traços indicados na tabela 3 a seguir, considerando as granulometrias já citadas para areia.

Tabela 3 – Traços indicativos de argamassa para alvenaria de vedação.

APLICAÇÃO	COMPOSIÇÃO EM VOLUME (MATERIAIS NA UMIDADE NATURAL)			
	CIMENTO	CAL HIDRATADA	AREIA	PEDRISCO
Chapisco	1	-	3	-
Assentamento	1	2 a 3	9 a 12	-
Fixação	1	3	12 a 15	-
Microconcreto	1	0,1	2,5	2

Fonte - Adaptado de THOMAZ, 2001.

De acordo com Souza et al (1996), o traço adequado para assentamento deve ser definido segundo orientações do fabricante, no caso de argamassa industrializada. Para argamassa dosada em obra, o traço deve ser definido a partir de traços práticos em obra, pela avaliação da trabalhabilidade e das características desejadas. Os autores consideram de início como traço básico a proporção de 1:(1 a 3):(5 a 12), em medida de volume.

É sempre recomendável o auxílio de um laboratório na definição dos traços, baseado nos materiais que serão utilizados na obra, assim como nas especificações propostas para a argamassa no projeto. (SANTOS JÚNIOR, 2014)

2.3.5 Marcação da alvenaria de blocos cerâmicos

A marcação (ou locação) é uma importante etapa que compõe a execução da alvenaria, tendo em vista que dela dependerá a qualidade dos serviços subsequentes. É feita visando o posicionamento adequado da primeira fiada, garantindo dessa forma a elevação da alvenaria na posição e no alinhamento estabelecido em projeto. A correta marcação trará uma otimização do consumo de revestimento, corrigindo racionalmente os possíveis defeitos da estrutura. (SANTOS JÚNIOR, 2014).

O processo é iniciado através da materialização dos eixos de referência, preferencialmente utilizando os mesmos usados para a locação da parte estrutural. Cabe ressaltar que o correto alinhamento da fiada só é estabelecido a partir da verificação do esquadro (SAHB, 2005).

Segundo a NBR 8545 (1984), as alvenarias apoiadas em alicerces devem ser executadas no mínimo 24 horas após a impermeabilização das mesmas, neste serviço deve-se tomar todos os cuidados para garantir a estanqueidade da alvenaria.

Assentam-se os blocos, sendo iniciada a marcação pelas paredes externas. A excentricidade da alvenaria deverá ser otimizada de maneira que se tenha o menor consumo possível de material de revestimento, tanto nas paredes externas de fachada como nas paredes internas. O posicionamento horizontal deve também garantir a fixação dos blocos da alvenaria a estrutura de concreto. Para que isso ocorra, posicionam-se primeiro os blocos das extremidades – assentasse pressionando a argamassa da junta vertical contra a superfície do concreto, buscando aperfeiçoar a sua posição em relação ao alinhamento dos pilares, das vigas que servem como base. (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

Com os dois blocos extremos posicionados, passa-se uma linha unindo suas faces externas, determinando o alinhamento da fiada. Alternativamente podem-se esticar duas

linhas, garantindo não só o alinhamento como o prumo da fiada. Dependendo da modulação dos compartimentos no pavimento, podem-se utilizar gabaritos metálicos posicionados faceando as linhas de referência, o correto posicionamento da primeira fiada facilita a execução de todo o pano de alvenaria (LORDSLEEM JR, 2000).

Figura 15 – Marcação de alvenaria com blocos cerâmicos.



Fonte - <https://www.tecnisa.com.br/>

De acordo com Santos Júnior (2014), deverão ser locadas as paredes internas, sendo seu posicionamento dado em função da locação das paredes de fachada e das características geométricas das peças estruturais que as envolvem. Ao se marcar uma parede interna deve-se tomar como referência uma externa ortogonal a ela, sempre se preocupando com o correto posicionamento em relação às peças estruturais como mostra a figura 15 a cima.

Com relação aos blocos cerâmicos, quando os blocos apresentarem elevada capacidade de absorção inicial, ou execução se der em períodos quentes e secos, recomenda-se um leve umedecimento dos blocos antes da sua utilização, para diminuir a sucção da água da argamassa, o que prejudicaria a aderência (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

2.3.6 Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos

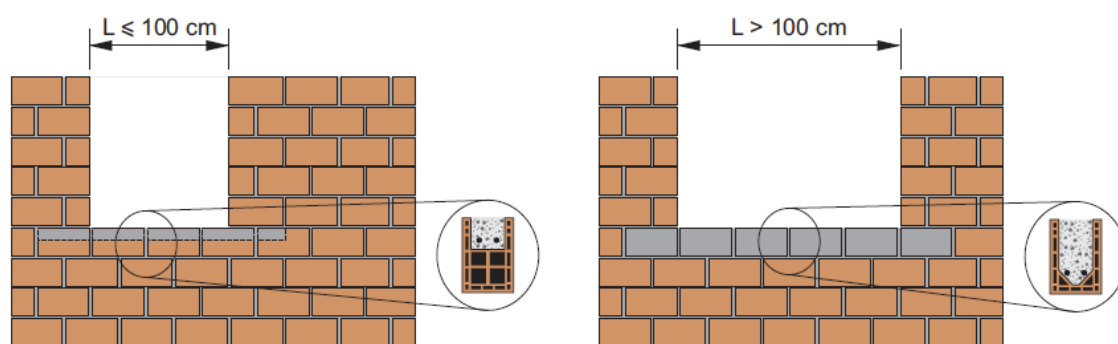
Ao se concluir o serviço de marcação, pode ser iniciado os serviços de elevação das alvenarias. Antes disso, devem-se observar algumas condições necessárias: cura da argamassa da marcação; o posicionamento e fixação dos dispositivos de ancoragem da alvenaria ao pilar; chapisco a pelo menos três dias nas peças estruturais que terão contato com a alvenaria. (SANTOS JÚNIOR, 2014).

Os blocos são assentados de maneira escalonada (juntas em amarração), nivelados e apurados com os blocos da primeira fiada; para a marcação da cota de cada fiada são utilizadas linhas bem esticadas, suportadas lateralmente por esticadores ou presas em escantilhões, que neste caso garante a altura da fiada e o prumo da parede. Na ligação da alvenaria com os pilares, verificando-se inicialmente se o chapisco está bem aderido com o concreto, deve-se encabeçar totalmente o bloco cerâmico, pressionando-se o bloco contra o pilar de modo que a argamassa em excesso reflua por toda a periferia do bloco. (THOMAZ, FILHO, *et al.*, 2009).

Com o alinhamento definido, assentam-se primeiramente os blocos das extremidades e, em seguida, todos os demais componentes da fiada, passando-se para a fiada seguinte até que se atinja uma abertura, para a execução das contravergas e vergas. (SANTOS JÚNIOR, 2014).

Segundo Thomaz, et al (2009), no caso da construção das vergas e contravergas com blocos tipo canaleta, deve-se limpar e umedecer as canaletas antes do lançamento do graute ou do micro-concreto. Para vãos de até 1m podem ser moldadas contravergas com altura em torno de 7 a 9 cm, utilizando-se blocos seccionáveis; acima dessa medida, recomenda-se que as contravergas tomem toda a altura da fiada, como ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Contravergas com blocos tipo canaleta.



Fonte – THOMAZ, et al (2009).

A face desempenada da alvenaria é aquela por onde se segue o alinhamento deixando todas as possíveis variações dimensionais dos componentes na face oposta e permitindo que pelo menos uma das faces apresente uma superfície regular, plana. A face oposta exigirá maiores cuidados na execução do revestimento. A escolha da face a ser alinhada dependerá do seu posicionamento na edificação, bem como revestimento que irá receber (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

Ainda segundo os autores, recomendam que o alinhamento da fachada seja feito pelo lado externo, de modo que se obtenham, nessa face, revestimentos menos espessos, mais uniformes e de melhor desempenho frente às solicitações exteriores (variação hidrotérmica, ventos, etc.). Já a alvenaria interna deve ser desempenada pelo lado que irá receber revestimento cerâmico, pois a espessura uniforme do revestimento minimiza a existência de um diferencial de tensões, o que pode levar, à perda de aderência na interface cerâmica-argamassa, possibilitando a presença de sérios problemas patológicos.

Com relação à ligação dos blocos, a recomendação geral é que a alvenaria de vedação seja executada com a junta vertical seca, isto é, sem estar preenchida com argamassa. Estudos realizados pelo Laboratório Nacional de engenharia Civil (LNEC – Lisboa) assegura a total falta de necessidade da junta vertical quando a alvenaria recebe revestimento, desde que se mantenha um espaço mínimo entre os blocos, os estudos comprovam que as juntas verticais pouco interferem na resistência mecânica da parede, salvo exceções como: fiada de marcação, juntas entre blocos e pilares, juntas em paredes com extremidade superior livre, entre outros (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

A cada fiada executada, deverão ser verificados o alinhamento e o prumo da alvenaria, permitindo a correção de quaisquer problemas encontrados. A verificação é importante na garantia da qualidade dos serviços e deve ser realizada com o uso de equipamentos de medição adequados. A figura 17 mostra os equipamentos que auxiliam na execução e no controle de qualidade das alvenarias.

Figura 17 – Equipamentos auxiliares na execução e controle das alvenarias.



Fonte – THOMAZ, et al (2009).

2.3.7 Fixação da alvenaria de blocos cerâmicos

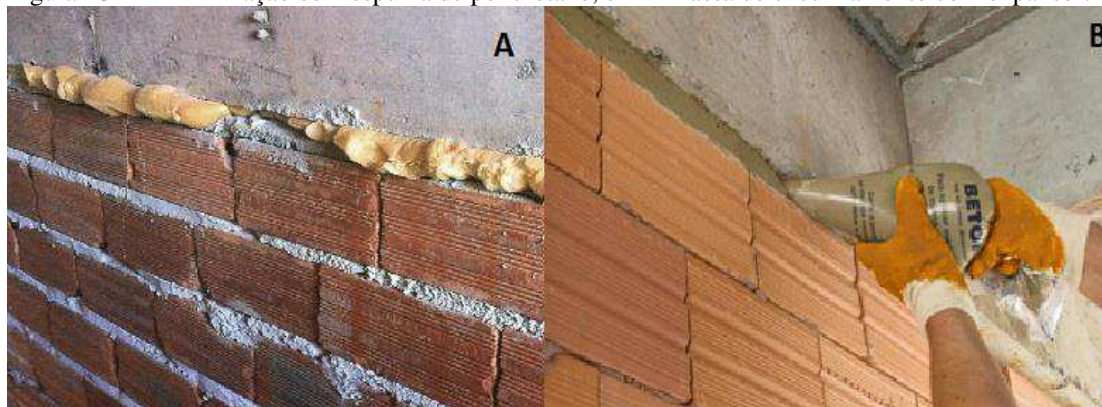
Para Sabbatini, Brito e Selmo (1988), esse serviço tem como objetivo ligar (prender) a parte superior da alvenaria à estrutura (viga ou laje) de forma que não venha a ter sua estabilidade comprometida nem seu desempenho prejudicado, quando solicitada pelas ações previstas em projeto.

A execução do "encunhamento", que se referia à ligação da alvenaria à estrutura com cunhas de concreto batidas ou tijolos maciços em forma de cunha, caiu em desuso. Essa solução não é mais recomendada na maioria dos casos. Fixação superior é o termo mais indicado, e basicamente inclui o preenchimento do espaço entre a alvenaria e a estrutura com argamassa, com ou sem adições. (SAYEGH, 2007).

Observa-se a importância desse serviço na ocorrência de manifestações patológicas em fachadas, em especial fissurações, pela não consideração das características, propriedades e requisitos das paredes de vedação na definição dos processos executivos estabelecidos. A fixação pode fazer com que a alvenaria fique sujeita as deformações que ocorram na estrutura, sem que a mesma tenha sido projetada para tal (SANTOS JÚNIOR, 2014).

De preferência, a aplicação do produto deve ser feita com o auxílio da bisnaga de argamassa. Quando o último bloco da parede for vazado, os dois cordões devem ser preenchidos completamente, sem deixar vazios. Quando a face do último bloco for maciça o preenchimento deve ser completo em toda a junta de argamassa. Nas paredes de fachada, o cordão externo deve ser executado junto com a própria preparação da base para a execução do revestimento da fachada, mas com argamassa própria, não com argamassa para emboço de fachada (SAYEGH, 2007).

Figura 18 – Em **A** Fixação com espuma de poliuretano, em **B** massa de encunhamento com expansor.



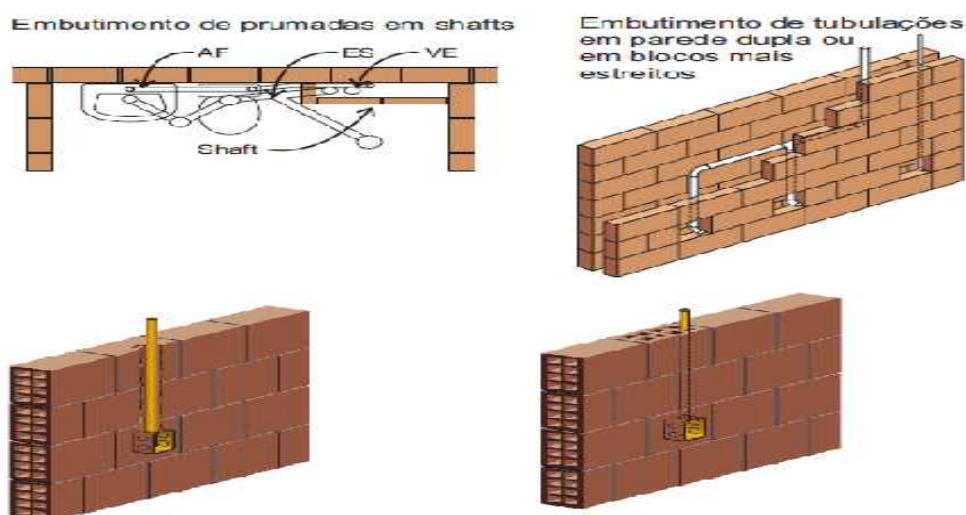
Fonte – Autor (2016).

2.3.8 Execução de instalações

De modo geral, as instalações hidráulicas, elétricas, gás e sanitárias são executadas posteriormente à elevação das alvenarias, ou seja, destrói-se um serviço para a execução do outro. Cortar ou rasgar os blocos diminui a produtividade e aumenta a quantidade de entulho produzido pela obra (SANTOS JÚNIOR, 2014).

De acordo com Sabbatini, Brito e Selmo (1988), as instalações hidrossanitárias, por terem maiores diâmetros e por concentrarem a maior parte das canalizações, são as que apresentam maiores problemas. Para embutir as instalações, o projeto deve prever shafts, paredes duplas ou a utilização das partes vazadas dos blocos, quando esse permitir, conforme ilustram a figura 19.

Figura 19 – Formas de acoplamento dos sistemas prediais com as alvenarias.



Fonte – THOMAZ, et al (2009).

Segundo Thomaz, et al (2009), para o embutimento de pequenos trechos de tubulações horizontais, a parede pode ser cortada, utilizando-se sempre serra circular diamantada (tipo “Maquita”) e talhadeiras bem afiadas. Os cortes devem ser gabaritados tanto no traçado como na profundidade, para que os tubos embutidos não sejam forçados a fazer curvas ou desvios, comprometendo no futuro o desempenho da instalação. Recomenda-se que o diâmetro de qualquer tubulação não seja maior do que um terço da largura do bloco.

Para as instalações elétricas, o trabalho pode ser muito racionalizado procedendo-se previamente ao corte e chumbamento das caixas de tomadas e interruptores nos blocos. No caso de caixas de entrada ou de passagem muito espessas em relação à espessura da parede, reforços devem ser executados localmente, incluindo moldura em concreto armado, reforço do revestimento da parede com telas metálicas, etc.

2.3.9 Revestimento

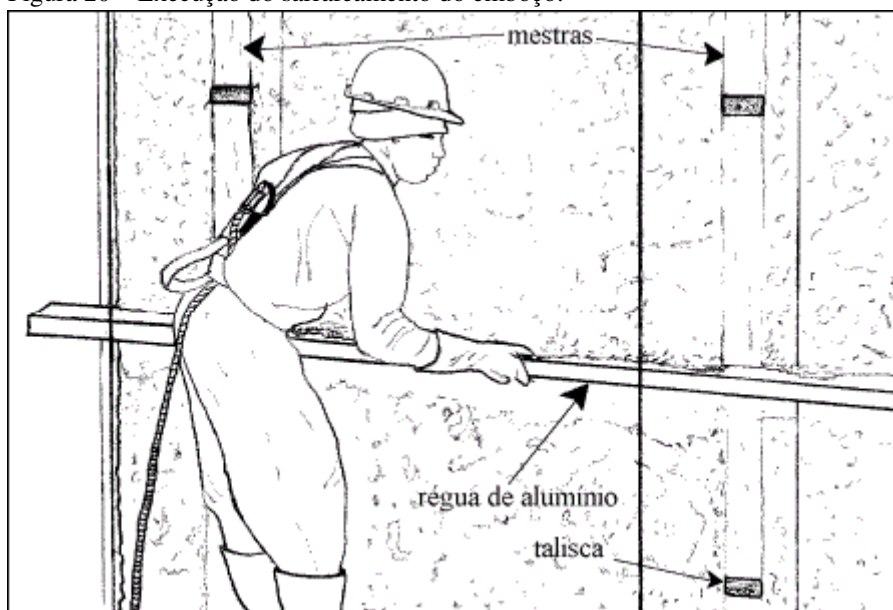
2.3.9.1 *Chapisco*

Segundo Azevedo (1987), chapisco é uma argamassa de aderência, e proporciona condições de fixação para outros elementos, usada em superfícies lisas como concreto, blocos cerâmicos, etc., entretanto, também é aplicado como capa impermeabilizante em certas circunstâncias, por exemplo: paredes externas de alvenaria de blocos cerâmicos, onde o impacto das intempéries é mais acentuado. A sua composição é de cimento e areia grossa, na proporção de 1:3 ou 1:4 bastante fluida. Em superfícies de alvenaria com blocos cerâmicos, deve-se molhar a superfície e sua aplicação lançada com certa violência, de uma distância aproxima de um metro à superfície que irá receber o chapisco.

2.3.9.2 *Emboço*

O emboço é uma argamassa de regularização e uniformização de superfícies, corrigindo irregularidades, prumos e alinhamento dos painéis. Quanto a sua dosagem, depende do que vier a ser feito como acabamento. Para a sua aplicação deve-se molhar a superfície e ao mesmo tempo retirar o pó existente no painel. Em seguida executar placas de argamassa mista de cimento e areia, onde serão fixadas as taliscas de madeira ou azulejos, cerâmicas, etc., por onde serão tirados ou fixados os prumos e a espessura do emboço e feito o sarrafeamento. (AZEVEDO, 1987).

Figura 20 – Execução do sarrafeamento do emboço.

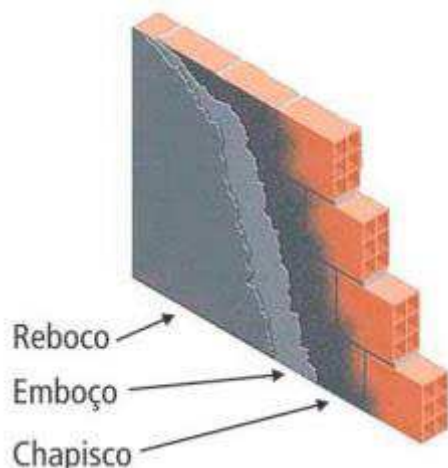


Fonte – <http://construcaociviltips.blogspot.com.br/>

2.3.9.3 Reboco ou fino

Reboco é o revestimento de parede feito com massa fina, podendo receber pintura diretamente ou ser recoberta com massa corrida. Sua preparação é feita com areia fina peneirada, argamassa peneirada ou preparada na obra com a cal hidratada. Sua aplicação é feita após molhar-se o emboço grosso, colocando-se a massa na desempenadeira e comprime-se de baixo para cima a desempenadeira com a argamassa no emboço, de maneira que se obtenha uma espessura mínima de 3 a 4 mm; em seguida, com movimento circular com a desempenadeira procura-se desbastar a espessura e ao mesmo tempo uniformizar o painel de maneira a obter uma espessura final de 2 a 3 mm, que garantirá o não fissuramento, fissuramento este provocado pela cura do revestimento aonde irá se retrair. Quando a massa estiver “puxando”, isso é, perdendo água, desempenamos mais uma vez, agora com desempenadeira revestida com espuma de borracha, tendo cuidado de esborrifar água para a desempenadeira correr no movimento circular, tirando toda a marca dos grãos maiores de areia que deslizaram riscando o painel. Após completamente seco, estará apto para receber a pintura. (AZEVEDO, 1987).

Figura 21 – Revestimentos aplicados.



Fonte – <http://www.colegiodearquitetos.com.br/>

2.3.10 Vantagens e desvantagens

De acordo com Casa e projetos (2015), alvenaria convencional com blocos cerâmicos apresenta as seguintes vantagens:

- Os materiais podem ser encontrados em qualquer loja de construção;
- Custo relativamente barato;
- Grande disponibilidade de mão de obra;
- Aceita por todas as modalidades de financiamento imobiliário.

Contudo, como todo tipo sistema construtivo, existem algumas desvantagens como:

- Tempo de construção alto;
- Possibilidade de surgimento de patologias como trincas e fissuras, depois de concluída a edificação;
- A edificação pode ficar com paredes tortas ou fora de esquadro;
- Grande utilização de madeiramento para pilares, vigas, vergas e lajes;
- Alta geração de entulho.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados dois procedimentos metodológicos, o primeiro consistiu em pesquisas bibliográficas através de livros, revistas e publicações científicas, que nortearam não só para elaboração do referencial teórico, mais também para o preparo dos memoriais descritivos das obras e os serviços necessários a serem contabilizados nos orçamentos descritivos.

O segundo procedimento metodológico consistiu na aplicação do método dedutivo, na qual se utilizou para a elaboração dos projetos expostos no Apêndice B, levantamento de quantitativo de materiais e os orçamentos descritivos para se chegar às comparações e resultados encontrados.

4 EXEMPLO PRÁTICO

A fim de analisar a incidência dos custos diretos nos métodos construtivos, paredes de concreto e alvenaria convencional com blocos cerâmicos, foram elaborados os orçamentos, expostos no apêndice A, para os dois sistemas com base no memorial descritivo que será apresentado no item 4.2 e os projetos estruturais e complementares exposto no apêndice B.

Os projetos estruturais foram elaborados com auxílio do programa Cypecad 2016, projeto hidráulico com Qbuilder - Módulo Qihidrossanitário e o projeto elétrico com Lumine V4.

O memorial descritivo foi idealizado pelo autor através dos estudos mostrados no referencial teórico. As composições dos serviços expostos nos orçamentos foram realizadas com a base do SINAPI.

O orçamento a princípio não constará o valor das fôrmas para o sistema paredes de concreto, pois será feito um estudo específico para a viabilidade da construção, verificando a diluição do valor da mesma de acordo com o número de repetição de unidades habitacionais a serem construídas, tendo em vista que as fôrmas apresentam um alto grau de reutilização.

4.1 Descrição da obra

A residência será construída em um lote de 180 m² (12 m x 15 m) sem muro, com área construída de 55,44 m², contendo 2 (dois) quartos, 1 (um) banheiro, 1 (uma) cozinha, 1 (uma) área de serviço externa. O pé direito será de 2,75 m, com área de cobertura de 65,26 m². Os detalhes das etapas da obra de cada sistema construtivo serão abordados nos memoriais descritivos.

4.2 Memorial descritivo

4.2.1 Memorial descritivo paredes de concreto

Fundação:

A fundação será do tipo *radier*. Escolhida principalmente pela sua agilidade de execução, acompanhando uma das principais características do sistema paredes de concreto. Com o *radier* não há a necessidade de contrapriso, o revestimento cerâmico pode ser

assentado diretamente sobre a fundação. O *radier* projetado terá uma área de 65,26m², com espessura de 15 cm, armadura CA-60 de bitolas de 5,0 mm com espaçamento de 13,0 cm, totalizando 343,9 kg de aço. A fundação irá ultrapassar em 30 cm as faces externa das paredes de concreto da casa.

Estrutura:

As paredes de concreto terão função estrutural e de vedação, não havendo a necessidade de vigas e pilares. Serão de concreto autoadensável com f_{ck} de 25 Mpa, com espessura de 12 cm, tendo a armadura de tela soldável do tipo *T – 196* de 5 mm de espessura com espaçamento de 10 cm na vertical e 10 cm na horizontal. As lajes terão 8 cm de espessura e serão do tipo maciça e concretas juntamente com as paredes, a armação deverá ser executada conforme mostrada nos anexos.

Alvenaria de vedação:

Como se trata do sistema paredes de concreto, não há a necessidade de alvenarias.

Instalações hidrossanitárias:

As instalações hidrossanitárias serão fixadas nas telas T-196 antes da concretagem, tendo após a desfôrma todos os tubos e peças devidamente instalados. As tubulações de água fria serão de PVC soldável com diâmetros variando de 20 mm a 32 mm, alimentados por uma caixa d'água de 1000L, localizada acima do banheiro. As tubulações de esgoto serão com PVC soldável, com diâmetro variando de 40 mm a 100 mm. As tubulações com diâmetro de 100 mm deverão conter inclinações de no mínimo 1%, tubulações inferiores a este diâmetro deverão conter inclinações mínimas de 2%, sendo direcionada para a fossa séptica onde posteriormente serão lançadas na rede de esgoto. A instalação pluvial conterà calhas metálicas de ambos os lados das quedas do telhado, onde serão canalizadas para o térreo passando pela caixa de areia e sendo despejada na rede de drenagem urbana.

Instalações Elétricas:

Assim como as instalações hidrossanitárias, a instalação elétrica também será posicionada nas telas da estrutura antes da concretagem, tendo após a desfôrma toda a instalação devidamente instalada. A edificação terá 8 circuitos, sendo dividido para iluminação, tomadas, micro-ondas, ar condicionado e chuveiro elétrico, onde constarão sistema de proteção DR para as áreas molhadas e cozinha. A alimentação será do tipo

monofásico com tensão de 220 V. Os eletrodutos serão de PVC leve flexível com diâmetro de $\frac{3}{4}$ ". Os condutores terão diâmetros variando entre 1,5mm a 2,5mm especificados no quadro de cargas (QD1), deverão conter proteção de isolamento para 450/750V e características especiais quanto à propagação e auto extinção de fogo. Os disjuntores serão unipolar termomagnético de 10A a 13A para os circuitos, de 25 A para os DR's e de 40A entre o quadro de distribuição e o quadro de medição. O Quadro de Distribuição deverá ser devidamente identificado, de forma definitiva e duradoura, em plaqueta acrílica individual e resinada, com a relação do número dos circuitos e o equipamento equivalente.

Revestimentos:

Como se trata de uma habitação de paredes de concreto, não será necessário revestimento de argamassa nas paredes. Só será necessário fazer um estucamento nas faces internas das paredes. Para os pisos serão usados revestimento cerâmicos, com dimensões de 35x35cm em placas tipo grés e para as áreas molhadas piso de 20x20 cm nas paredes até uma altura de 1,5 m.

Esquadrias:

Todas as portas serão de madeira com o kit portal, alizar, fechadura e dobradiças. A unidade habitacional contará com 4 portas 80 x 210 cm, espessura de 3,5 cm, 1 porta 60 x 210 cm, espessura de 3,5 cm, 4 janelas 130x120 cm do tipo veneziana/guilhotina e um basculante de 50 x 50 cm para o banheiro do mesmo modelo das janelas.

Pinturas:

Para a pintura das paredes será dada uma demão de selador acrílico e duas demãos de tinta látex PVA, o teto receberá duas demãos de tinta látex PVA da cor clara. Todas as paredes internas receberão duas demãos de tinta látex PVA da cor clara.

Cobertura:

O telhado terá duas águas, coberto com telha cerâmica colonial, possuirá inclinação de 25%. A estrutura será composta por terças, caibros ribas e cumeeira, terá um suporte de madeira que apoiará a terça no ponto com distância máxima.

4.2.2 Memorial descritivo alvenaria convencional com blocos cerâmicos

Fundação:

A fundação será do tipo *radier* e terá uma área de 65,26m², com espessura de 15 cm, armadura CA-60 de bitolas de 5,0 mm e CA-50 com bitolas 6,3 mm com espaçamento de 13,0 cm. Conterá também com armadura de reforço a punção na região dos 11 pilares com bitola de 4,2 mm detalhada no projeto, totalizando 385,3 kg de aço CA – 60 e 9,3kg de aço CA-50. A fundação irá ultrapassar em 30 cm as faces das paredes externas da casa.

Estrutura:

A estrutura será composta por 11 pilares de seção 15x25 cm de f_{ck} 25 Mpa com 4 barras de aço CA-50 de 10 mm e estribos de aço CA-60 de 5 mm espaçados a cada 12 cm, tendo 4 barras de 10 mm de espera saindo do radier a uma altura de 50 cm, as vigas terão seção 15x25 cm de f_{ck} 25 Mpa com barras variando entre bitolas de 5 mm a 12,5 mm com estribos de 5 mm espaçados a cada 10 cm. A laje será pré-moldada de vigotas de f_{ck} 20 Mpa, sobrecarga de 200 kg/m², inter-eixo de 45 cm com lajotas cerâmicas. A capa de concreto da laje será de 4 cm e f_{ck} 20 Mpa. As formas utilizadas serão em chapas de madeira compensada resinada de, de 1,10x2,20, espessura 12 mm com utilização 2x.

Alvenaria de vedação:

A alvenaria será de blocos cerâmicos 6 furos do tipo 9x14x19cm. A argamassa de assentamento será de 2 cm na horizontal e 1 cm na vertical com preparo em betoneira. Também serão utilizadas vergas e contravergas pré-moldadas de f_{ck} 20 Mpa com seção 10x10 cm nos vãos das portas e janelas, ultrapassando em 30 cm de cada lado das aberturas.

Instalações hidrossanitárias:

As tubulações de água fria serão de PVC soldável com diâmetros variando de 20 mm a 32 mm, alimentados por uma caixa d'água de 1000L, localizada acima do banheiro. As tubulações de esgoto serão com PVC soldável, com diâmetro variando de 40 mm a 100 mm. As tubulações com diâmetro de 100 mm deverão conter inclinações de no mínimo 1%, tubulações inferiores a este diâmetro deverão conter inclinações mínimas de 2%, sendo direcionada para a fossa séptica onde posteriormente serão lançadas na rede de esgoto. A instalação pluvial conterà calhas metálicas de ambos os lados das quedas do telhado, onde

serão canalizadas para o térreo passando pela caixa de areia e sendo despejada na rede de drenagem urbana.

Instalações Elétricas:

A edificação terá 8 circuitos, sendo dividido para iluminação, tomadas, micro-ondas, ar condicionado e chuveiro elétrico, onde constarão sistema de proteção DR para as áreas molhadas e cozinha. A alimentação será do tipo monofásico com tensão de 220 V. Os eletrodutos serão de PVC leve flexível com diâmetro de 3/4". Os condutores terão diâmetros variando entre 1,5mm a 2,5mm especificados no quadro de cargas (QD1), deverão conter proteção de isolamento para 450/750V e características especiais quanto à propagação e auto extinção de fogo. Os disjuntores serão unipolar termomagnético de 10A a 13A para os circuitos, de 25 A para os DR's e de 40A entre o quadro de distribuição e o quadro de medição. O Quadro de Distribuição deverá ser devidamente identificado, de forma definitiva e duradoura, em plaqueta acrílica individual e resinada, com a relação do número dos circuitos e o equipamento equivalente.

Revestimentos:

A edificação terá revestimentos de argamassa sobre a alvenaria. O revestimento externo será composto por chapisco aplicado com rolo para textura acrílica, com argamassa industrializada preparada em misturador de 300 kg e reboco argamassado de traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura de 5 mm. Para o revestimento interno será feita aplicação de chapisco nas paredes e no teto com rolo para textura acrílica, com argamassa industrializada preparada em misturador de 300 kg, também será feito emboço com traço de 1:2:8 com espessura de 10 mm executado com taliscas e reboco argamassado de traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura de 5mm. Para os pisos serão usados revestimento cerâmicos, com dimensões de 35x35cm em placas tipo grés e para as áreas molhadas piso de 20x20 cm nas paredes até uma altura de 1,5 m.

Esquadrias:

Todas as portas serão de madeira com o kit portal, alizar, fechadura e dobradiças. A unidade habitacional contará com 4 portas 80 x 210cm, espessura de 3,5 cm, 1 porta 60 x 210 cm, espessura de 3,5 cm, 4 janelas 130x120 cm do tipo veneziana/guilhotina e um basculante de 50 x 50 cm para o banheiro do mesmo modelo das janelas.

Pinturas:

A pintura das paredes será dada uma demão de selador acrílico e duas demãos de tinta látex PVA, o teto receberá duas demãos de tinta látex PVA da cor clara. Todas as paredes internas receberão duas demãos de tinta látex PVA da cor clara.

Cobertura:

O telhado terá duas águas, coberto com telha cerâmica colonial, possuirá inclinação de 25%. A estrutura será composta por terças, caibros ribas e cumeeira, terá um suporte de madeira que apoiará a terça no ponto com distância máxima.

4.3 Resumo orçamentário descritivo de materiais e mão de obra

Tabela 4 – Resumos orçamentários.

Paredes de concreto - Área: 55,44m ²				
item	Etapas da obra	Preço (R\$)		
		Materiais	Mão de obra	Total
1.0	Fundação	5609,15	2134,72	7743,87
2.0	Estruturas	9303,10	1352,76	10655,86
3.0	Alvenarias	0,00	0,00	0,00
4.0	Instalações Hidráulicas	4659,12	2605,10	7264,22
5.0	Instalações Elétricas	1983,38	1298,76	3282,13
6.0	Revestimento	1775,55	985,89	2761,44
7.0	Esquadrias	3034,12	473,55	3507,66
8.0	Pintura	2494,89	1447,31	3942,20
9.0	Cobertura	3302,61	1268,74	4571,35
Total		32161,92	11566,81	43728,73

Alvenaria convencional - Área: 55,44m ²				
item	Etapas da obra	Preço (R\$)		
		Materiais	Mão de obra	Total
1.0	Fundação	5841,36	2252,90	8094,27
2.0	Estruturas	5411,46	2505,98	7917,44
3.0	Alvenarias	3377,02	5032,69	8409,708
4.0	Instalações Hidráulicas	4791,10	2990,31	7781,41
5.0	Instalações Elétricas	2087,18	1603,27	3690,45
6.0	Revestimento	4579,88	3589,39	8169,27
7.0	Esquadrias	3034,12	473,55	3507,66
8.0	Pintura	2494,89	1447,31	3942,20
9.0	Cobertura	3302,61	1268,74	4571,35
Total		34919,62	21164,14	56083,76

Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

4.4 Análise comparativa de custos

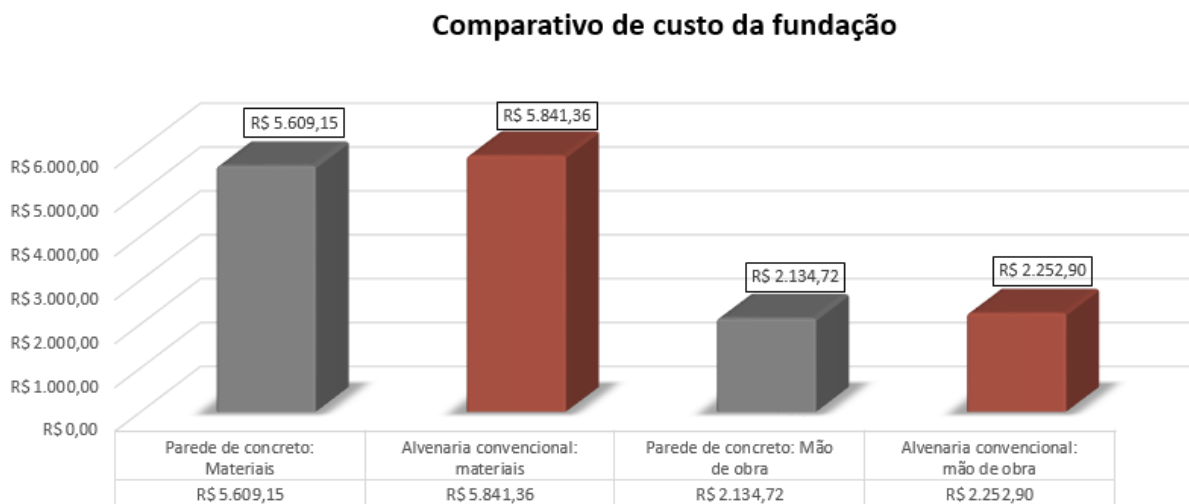
Após a realização do orçamento descritivo de materiais e mão de obra, foi feito um estudo comparativo dos custos de cada etapa da obra que tenha sofrido mudanças de valor, verificando a causa desta variação. Não foram analisadas as etapas cujos serviços e quantidades são exatamente as mesmas, refletindo em custos iguais.

Ressalto que no orçamento não consta o valor das fôrmas para o sistema parede de concreto, pois será feito um estudo específico de viabilidade, verificando a diluição do valor da mesma de acordo com o número de repetição de unidades habitacionais a serem construídas, tendo em vista que as fôrmas apresentam um alto grau de reutilização.

4.4.1 Fundação

O gráfico 1 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução da fundação.

Gráfico 1 – Análise comparativa de custo da fundação.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

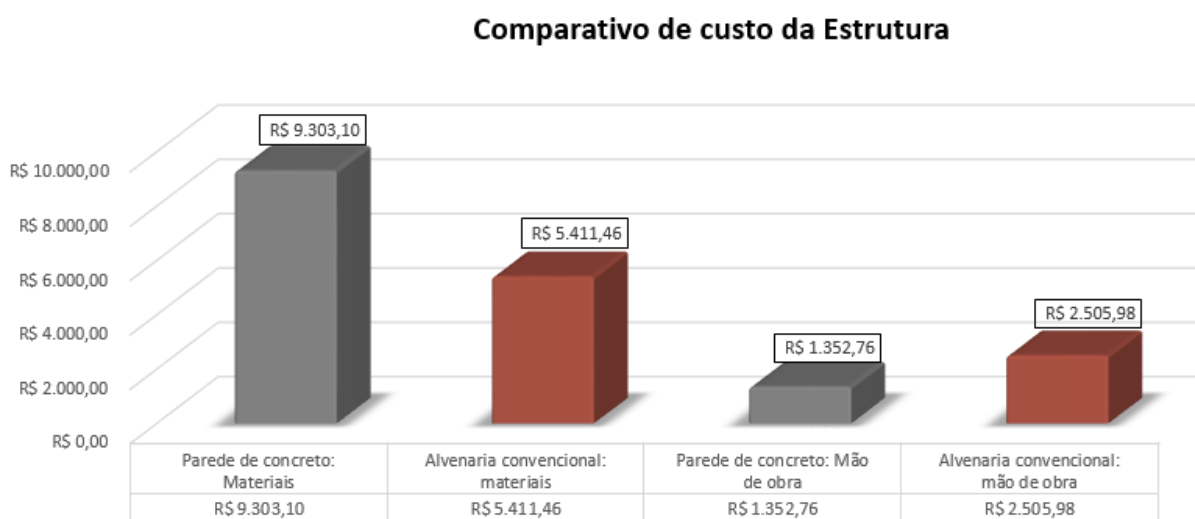
Em ambos os sistemas construtivos foram utilizado à fundação do tipo radier com espessura de 15 cm, entretanto o valor de material e mão de obra do radier com alvenaria convencional foi mais elevado devido ao fato de ter sido necessário a utilização de reforço à punção na região dos pilares, contabilizando 367,60 kg de aço CA-50 e CA-60 juntos, em contra partida o sistema paredes de concreto contabilizou 343,90 kg de aço CA-60.

O custo total do radier para paredes de concreto foi de 7743,87 reais e para o sistema convencional foi de 8094,27 reais, 4,52% mais caro. O custo da fundação para paredes de concreto e para o sistema convencional representa, em relação ao custo total, respectivamente 17,71% e 14,43% do seu orçamento.

4.4.2 Estrutura

O gráfico 2 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução da estrutura.

Gráfico 2 – Análise comparativa de custo da estrutura.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

O valor de material para paredes de concreto é mais elevado, entretanto apresenta menor valor de serviço. Para alvenaria convencional o custo total da etapa foi de 7917,44 reais e 10655,86 reais para paredes de concreto, 34,59% mais caro.

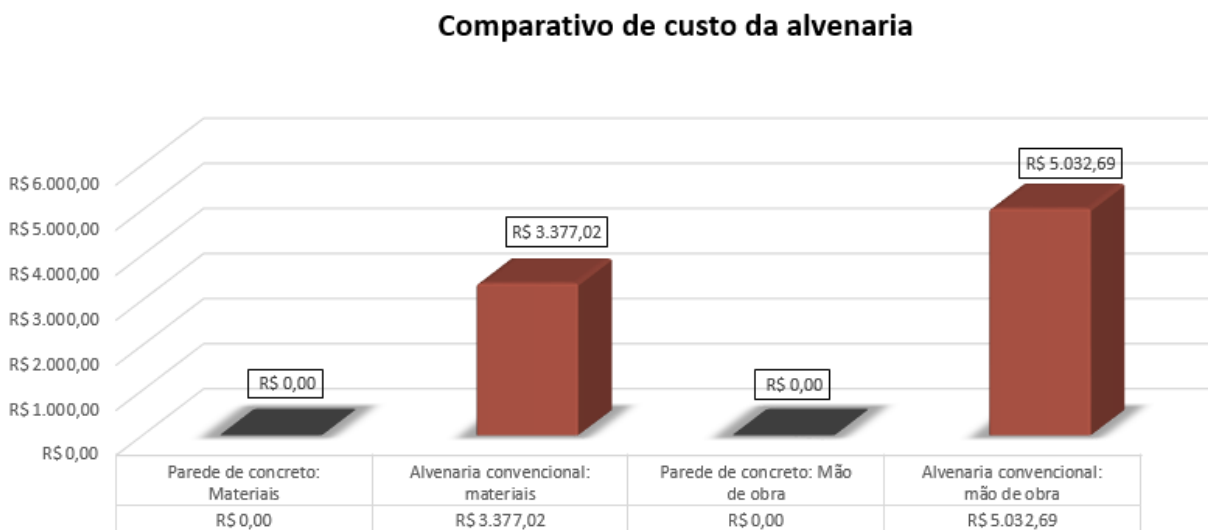
Contudo, etapa de estrutura para o sistema construtivo paredes de concreto, representa não só a estrutura, mas também a alvenaria e o revestimento de argamassa nas paredes, simplificando a construção tornando-a um processo industrial, reduzindo o tempo e o custo da mão de obra e restringindo a probabilidade de imprevistos.

O custo da estrutura para paredes de concreto e para o sistema convencional representa, em relação ao custo total, respectivamente 24,36% e 14,12% do seu orçamento.

4.4.3 Alvenarias

O gráfico 3 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução das alvenarias.

Gráfico 3 – Análise comparativa de custo da alvenaria.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

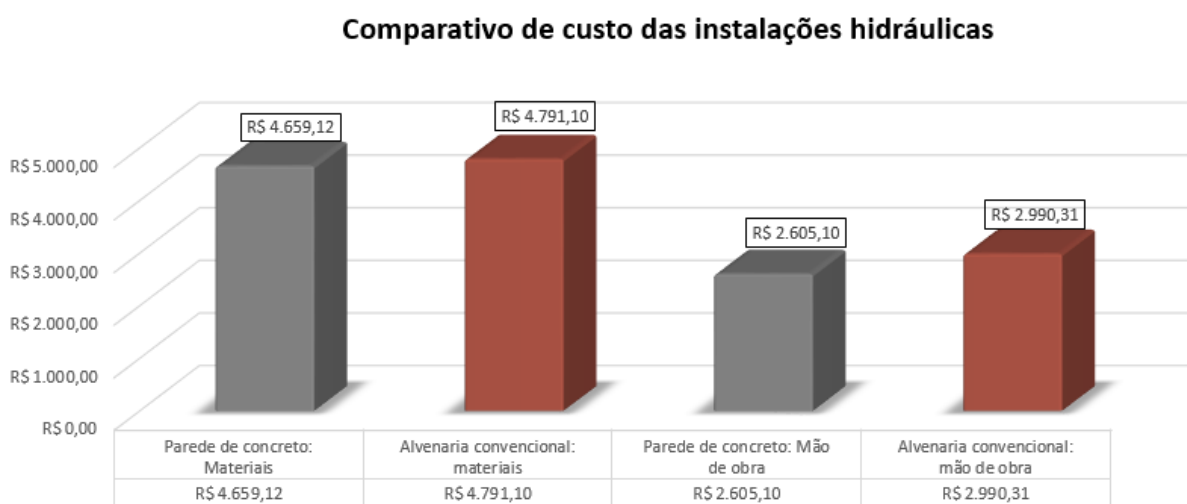
No sistema construtivo com paredes de concreto o uso de alvenaria é dispensável, tendo em vista que a estrutura também exercer a função das alvenarias, no caso a vedação ao meio externo e divisão dos cômodos.

O custo total das alvenarias para o sistema convencional é 8409,71 reais, representando 15% do seu orçamento.

4.4.4 Instalações hidráulicas

O gráfico 4 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução da instalações hidráulicas.

Gráfico 4 – Análise comparativa de custo da instalação hidráulicas.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

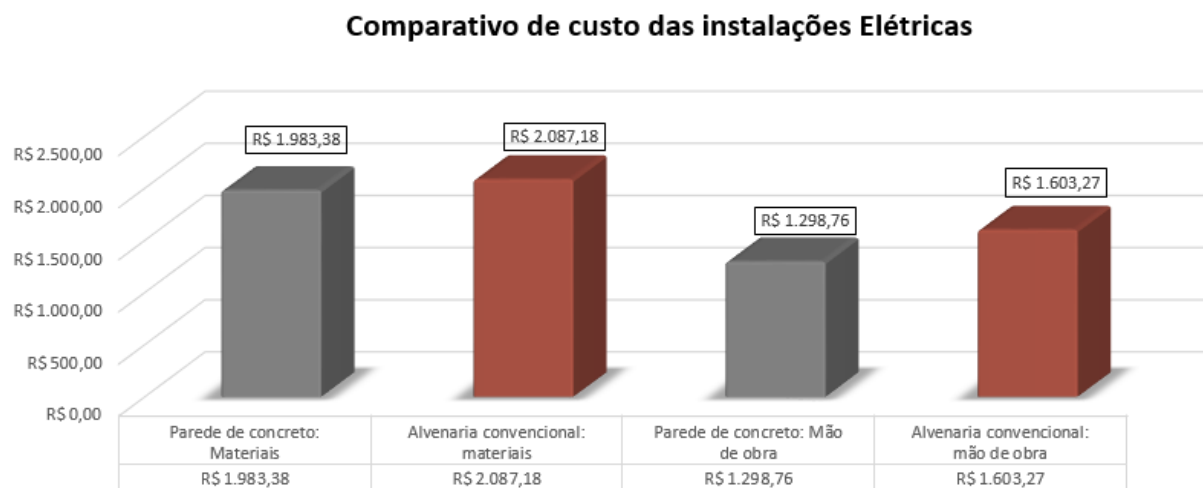
Nessa etapa os valores de materiais e mão de obra são mais baixos com o método construtivo paredes de concreto, devido ao fato do sistema não necessitar fazer rasgos na alvenaria para a passagem das tubulações e posteriormente feito o preenchimento com argamassa, reduzindo assim, o consumo de material e mão de obra. No sistema paredes de concreto, as tubulações de são posicionadas na armadura de telas soldáveis antes da concretagem.

O custo total para paredes de concreto nesta etapa foi de 7264,22 reais contra 7781,41 reais para o sistema convencional, representando uma economia de 6,64%. O custo da instalação hidráulica para paredes de concreto e para o sistema convencional representa, em relação ao custo total, respectivamente 16,61% e 13,87% do seu orçamento.

4.4.5 Instalações Elétricas

O gráfico 5 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução da instalações elétricas.

Gráfico 5 – Análise comparativa de custo da instalação elétricas.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

Nesta etapa os valores de materiais e serviços são mais baixos com o sistema paredes de concreto. O custo total da etapa foi de 3282,13 reais para paredes de concreto contra 3690,45 reais para o método convencional.

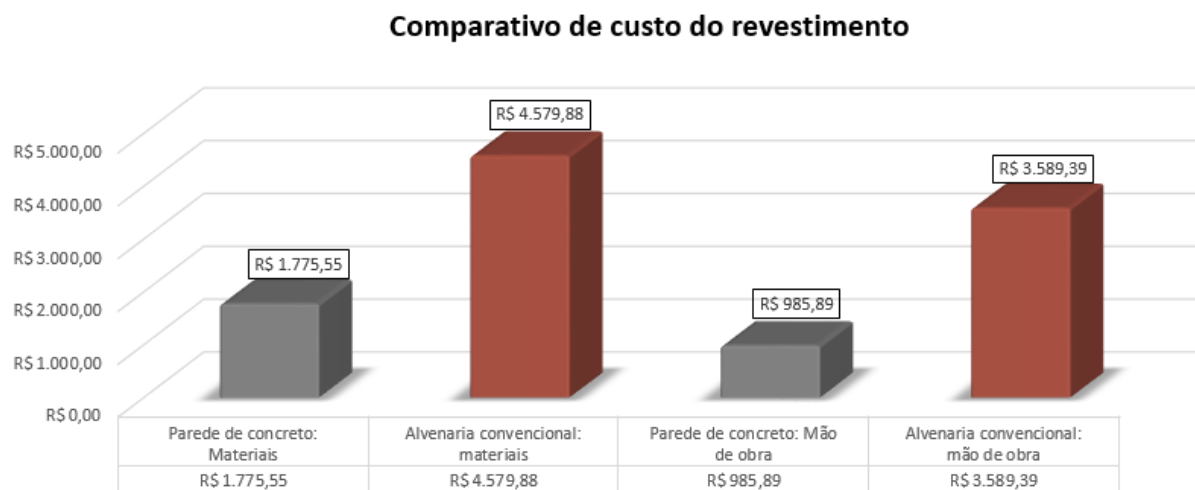
Esta diferença, assim como nas instalações hidráulicas, se deu pelo fato do sistema parede de concreto não necessitar fazer rasgos na alvenaria para passagem dos eletrodutos, embutimento das caixas de PVC para os interruptores e tomadas do quadro de distribuição entre outros.

O custo da instalação elétrica para paredes de concreto e para o sistema convencional representa, em relação ao custo total, respectivamente 7,50% e 6,58% do seu orçamento.

4.4.6 Revestimento

O gráfico 6 a seguir, apresenta os comparativos entre os custos de materiais e mão de obra para os dois sistemas construtivos analisados na etapa de execução dos revestimentos.

Gráfico 6 – Análise comparativa de custo do revestimento.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

Nesta etapa os valores de materiais e serviços são mais baixos com o sistema paredes de concreto. O custo total da etapa foi de 2761,44 reais para paredes de concreto contra 8169,27 reais para o método convencional.

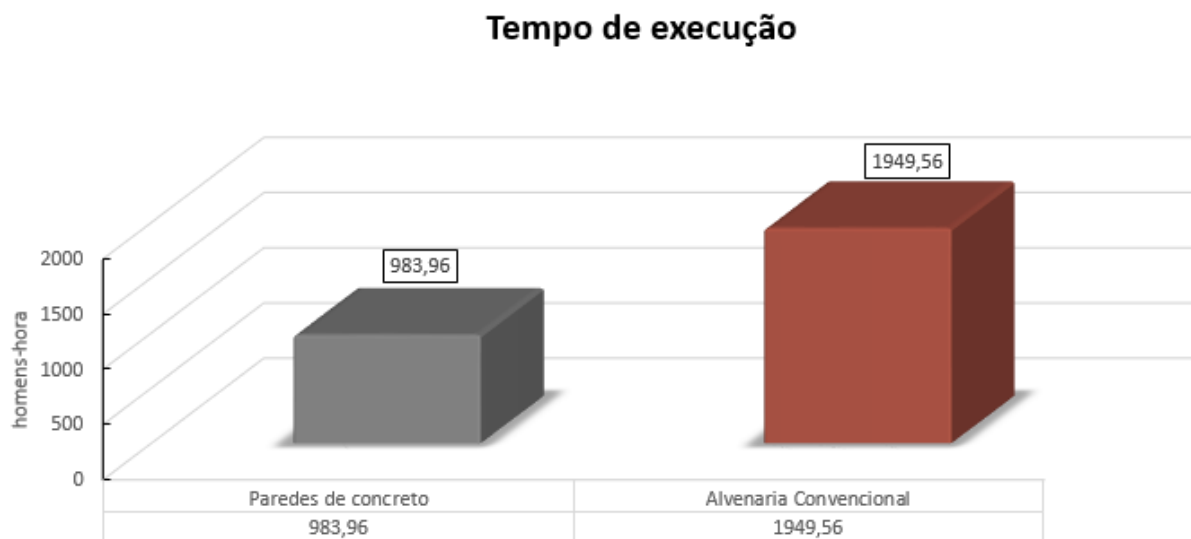
Essa grande diferença se deu pelo fato do sistema paredes de concreto não necessitar de revestimentos de argamassa na parede e no teto, a própria estrutura já é o revestimento. O revestimento que foi contabilizado para paredes de concreto foram as cerâmicas das paredes em áreas molhadas e do piso e o estucamento, já para alvenaria convencional foi contabilizado as camadas de chapisco emboço e reboco.

O custo do revestimento para paredes de concreto e para o sistema convencional representa, em relação ao custo total, respectivamente 6,31% e 14,56% do seu orçamento.

4.5 Comparação do tempo de execução

O gráfico 7 a seguir, representa a quantidade da unidade homens-hora necessária para execução total do empreendimento proposto.

Gráfico 7 – Análise comparativa do tempo de execução total.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

Com esse gráfico, é possível analisar uma das principais características do sistema paredes de concreto quando comparado com sistema convencional, o tempo de execução. O tempo gasto para execução de uma unidade habitacional com o método de alvenaria convencional com blocos cerâmicos convencional é de 1949,56 homens-hora e para o sistema paredes de concreto moldadas in loco é de 983,96 homens-hora. Isso representa uma redução de 49,52% em relação ao convencional. Pode-se dizer que ele é aproximadamente 2 vezes mais rápido que o sistema convencional.

4.6 Estudo de viabilidade para utilização de paredes de concreto

Como foi comentado inicialmente, não foi contabilizado no orçamento as fôrmas metálicas do sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, tendo em vista que a mesma possui alto custo, entretanto, apresenta alto grau de reutilização.

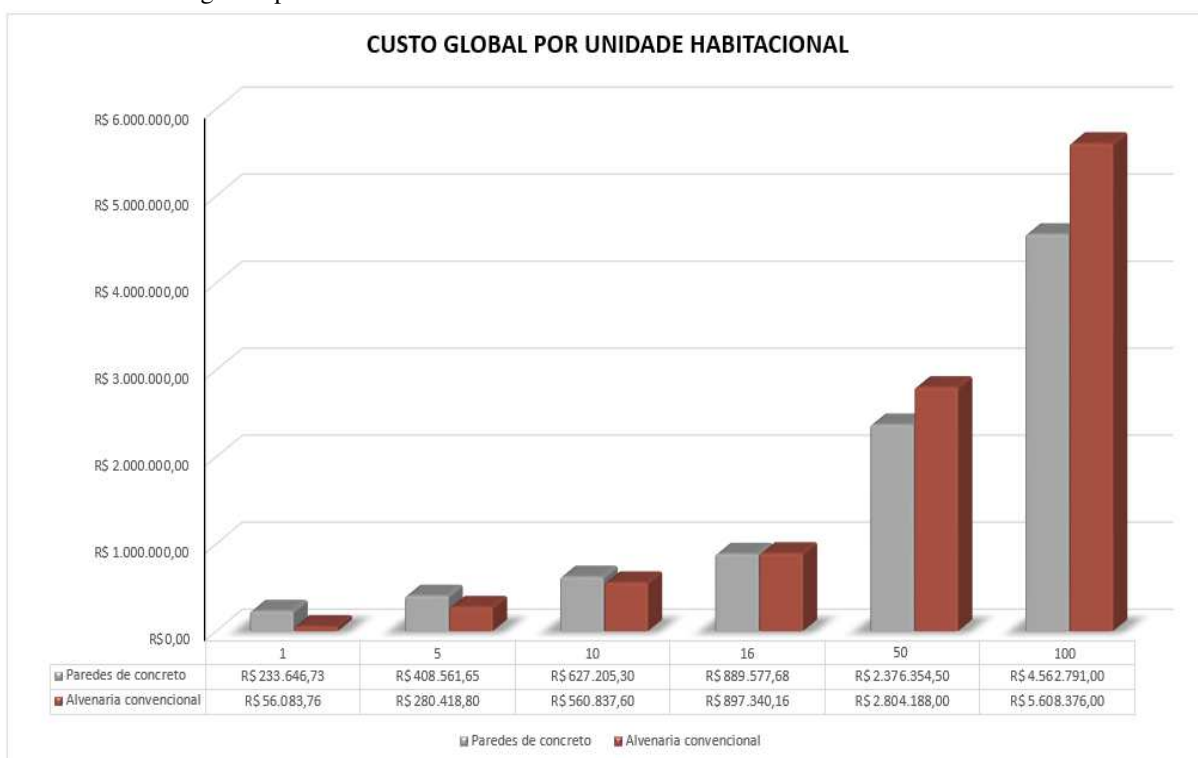
Tabela 5 – Orçamento de aquisição de fôrmas metálicas.

Tabela orçamentária de aquisição de fôrma metálica					
Aquisição por compra					
Item	Descrição	Área de Fôrma (m²)	Preço Unitário (R\$/m²)	Repetitividade	Preço Total
1	Paredes	266,13	600,00	1200	R\$ 159.678,00
2	Laje	50,40	600,00	1200	R\$ 30.240,00
Total					R\$ 189.918,00

Fonte – Tecwall Sistema Construtivo.

Neste item, será feito o estudo de viabilidade, através de gráfico, levando em conta o preço total da unidade habitacional, avaliado no item 4.2 (materiais + mão de obra) somado com o preço orçado das fôrmas metálicas a serem utilizadas para o sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, verificando o valor do montante para empreendimento proposto.

Gráfico 8 – Custo global por unidade habitacional.



Fonte – Elaborado pelo autor (2016).

5 RESULTADOS E DISCURSÃO

Comparando o custo direto dos dois sistemas, percebeu-se ampla vantagem na utilização do sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, tanto em material como em mão de obra. A única ressalva ficou para o item que se referia as estruturas, mesmo sem a contabilização das fôrmas no orçamento, mostrou-se mais onerosa, 10.655,86 reais para o sistema paredes de concreto, contra 7917,44 reais para o sistema convencional. Entretanto, como foi comentando, este item para o sistema paredes de concreto acumulou a função de três etapas do sistema convencional (alvenaria de vedação, revestimento de argamassa e a própria estrutura), justificando assim, seu alto custo.

Ao ser adicionado o valor das fôrmas metálicas para o sistema paredes de concreto moldadas *in loco* ao custo total da obra, o sistema se mostrou viável somente a partir da 16ª repetição, tendo em vista que as fôrmas utilizadas no orçamento terão reaproveitamento de 1200 vezes, totalizando o valor do montante em 889.577,68 reais contra R\$ 897.340,16 do método convencional de alvenarias com blocos cerâmicos. A partir da 100ª repetição a economia gerada com o sistema paredes de concreto moldadas *in loco* passou de 1 milhão de reais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível verificar que o sistema construtivo paredes de concreto moldados *in loco*, possui uma série de vantagens quando comparada com o sistema convencional de alvenaria com blocos cerâmicos, como por exemplo: velocidade de execução, sistema racionalizado e industrializado, diminuição de riscos e imprevistos, ampliação de área útil dos ambientes devido à redução das seções estruturais.

Qualidades estas extremamente desejáveis para o mercado da construção civil que se encontra em austeridade e também pelo fato do Brasil ser um país com altíssimos juros e taxas financeiras. O conceito industrializado do sistema paredes de concreto traz consigo características que facilitam para empresa ter um maior controle de executar o que foi planejado.

Outro item importante apresentado pelo sistema paredes de concreto moldadas *in loco* é a redução de desperdício de materiais, devido ao fato do sistema não haver demolições. Esta característica pode ser usada como elemento para o *marketing* da construtora, assim como o tempo reduzido, facilitando de certo modo na divulgação do empreendimento e refletindo diretamente na venda dos imóveis.

O sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, como foi exposto durante o trabalho, tem um custo base alto comparado ao sistema convencional, sobretudo devido ao preço das fôrmas, porém, para construções de empreendimentos com grande repetitividade como conjuntos habitacionais, condomínios residenciais e até mesmo edifícios, este custo é amortecido entre as diversas unidades habitacionais, fazendo que o gasto com forma por unidade seja diluído, tornando o sistema extremamente competitivo e viável.

6.1 Sugestões para futuros trabalhos

Espera-se que este estudo tenha contribuído de forma positiva não só para os empreendedores do ramo da construção civil, mais também para instigar outros estudantes na abordagem de temas que possam complementar informações aqui mencionadas. A seguir serão sugeridas algumas propostas para análises futuras:

- Realizar um estudo comparativo de custo entre alvenaria convencional e Paredes de Concreto para obras de residência verticais, bem como, analisar a projeção do custo final conforme o acréscimo de pavimentos;
- Realização de um estudo comparativo do desperdício entre o sistema com parede de concreto e alvenaria convencional;
- Realizar um estudo analítico de gestão de obras em paredes de concreto moldadas no local;
- Realizar um estudo de viabilidade entre Alvenaria Estrutural e Paredes de Concreto para residências unifamiliares;
- Realização de um orçamento para residência com parede de concreto com valores de materiais e serviços obtidos por composição de custos do mercado atual de São Luís – MA.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edifício – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 11578**: Cimento Portland composto, Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento, Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Requisitos, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho, Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 7175**: Cal hidratada para argamassas – Requisitos, Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central – Procedimento, Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos, Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ABESC; IBTS; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de concreto - Coletânea de Ativos em Paredes de Concreto**, 2007/2008. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/Parede_de_concreto_coletanea_ativos.pdf>. Acesso em: 7 julho 2016.

AZEVEDO, H. A. D. **O edifício e seu acabamento**. 1ª. ed. São paulo: Blucher, 1987.

BASSETTE, R. J. Sistema de fôrmas plásticas modulares para paredes de concreto. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 234, Setembro 2016.

CARASEK, H. **Curso Sobre Revestimentos de Argamassa**. Goiânia: Comunidade da construção/NUTEA/UFG, 2006.

CASA E CONSTRUÇÃO. **Drywall - O que é, vantagens e desvantagens e projetos**, 2016. Disponível em: <<http://casaconstrucao.org/materiais/drywall/>>. Acesso em: 9 out. 2016.

CASAS E PROJETOS. **Paredes de concreto moldadas in loco vantagens e desvantagens**, 2013. Disponível em: <<http://www.casaseprojetos.com.br/paredes-de-concreto-moldadas-loco-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 03 outubro 2016.

CASAS E PROJETOS. **Tipos de Sistemas Construtivos para Casas**, 2015. Disponível em: <<http://www.casaseprojetos.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos-para-casas/>>. Acesso em: 05 out. 2016.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Alvenaria Estrutural**, 2011. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/caracteristicas/o-sistema/1/caracteristicas.html>>. Acesso em: 5 out. 2016.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto**, 2012. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>>. Acesso em: 20 setembro 2016.

CORREA, M. I. F. **Levantamento de perdas em alvenaria de blocos cerâmicos, de concreto e de tijolos maciços em canteiro de obras de goiânia - Goiás**. Goiânia: GESCONMAT - UFG/FINEP, 2006.

CORSINI, R. Paredes normatizadas. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 183, p. 2, Dezembro 2011.

FARIA, R. Paredes maciças. **Revista Técnica**, n. 143, p. 34 - 39, fevereiro 2009.

KALIL, S. M. B. PUCRS. **Alvenaria Estrutural**, 2007. Disponível em: <http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf>. Acesso em: 5 out. 2016.

LIMA, F.; MARCANDIER, R.; MOREIRA, L. Universidade Federal de Minas Gerais. **Interface digital IDA- Apoio ao projeto com sistemas construtivos alternativos**, 2007. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05_biblioteca_2/arquivos/kapp_interface_digital.pdf>. Acesso em: 6 out. 2016.

LORDSLEEM JR., A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: Ed. O nome da rosa, 2000.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Paredes de concreto. **Revista Técnica**, n. 147, p. 74-80, junho 2009.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente**. 2. ed. Estudo Técnico: ET - 91, São Paulo: ABCP, 1998.

SABBATINI, F. H.; BRITO, J. L. W.; SELMO, S. M. S. **Recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo: EPUSP/ENCOL, 1988.

SAHB, C. A. S. **Contribuição ao estudo da interface estrutura- alvenaria externa em edifícios verticais**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal do goiás: Goiânia, 2005.

SANTOS JÚNIOR, L. V. D. **Projeto e execução de alvenarias - Fiscalização e critérios de aceitação**. 1ª. ed. são paulo: PINI, 2014.

SAYEGH, S. Última fiada. **Técnica**, São Paulo, n. 120, Março 2007.

SILVA, M. M. D. A. **Diretrizes para o Projeto de Alvenaria de vedação**. 167p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de construção Civil da Escola politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2003.

SINAPI. **Catálogo de composições analíticas**. Maranhão, 2016.

SINAPI. **Preço de referência insumos com desoneração**. Maranhão, 2016

SOUZA, R. E. A. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras**. São Paulo: ed. PINI, 1996.

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na construção**. São Paulo: Ed. PINI, 2001.

THOMAZ, E. et al. **alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT, 2009.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10. ed. São paulo: Pini, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ORÇAMENTO DESCRITIVO E TEMPO DE SERVIÇO

Tabela 5 – Orçamento descritivo de materiais e mão de obra para paredes de concreto.

Tabela orçamentária de materiais e mão de obra - Base SINAPI									
Paredes de concreto moldadas in loco - Área: 55,44m²									
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid	Quant	Custos Unitário		Custo total (R\$)		Total (R\$)
					Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
1.0		Fundação / Radier							
1.1	73992/1	locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleadas a cada 1,50m, sem reaproveitamento	m²	65,28	4,83	3,02	315,30	197,15	512,45
1.2	76444/2	Compactação mecânica de valas, c/ contr.do gc >= 95% do pn (c/ compactadoresolos c/ placa vibratória motor diesel/gasolina 7 a 10 hp	m³	32,63	9,55	10,52	311,62	343,27	654,88
1.3	79480	Escavação mecânica campo aberto em solo exceto rocha até 2,00m profundidade	m³	55,48	2,53	0,20	140,36	11,10	151,46
1.4	74164/4	Lastro de brita (7cm)	m³	4,57	46,30	19,30	211,59	88,20	299,79
1.5	68053	Lona plástica preta, p/ impermeabilização espessura 150 micras	m²	65,27	1,81	2,86	118,14	186,67	304,81
1.6	5970	Forma tábua para concreto em fundação, c/ reaproveitamento 2x	m²	5,10	25,44	23,84	129,74	121,58	251,33
1.7	74138/3	Concreto usinado bombeado fck=25mpa, inclusive lançamento e adensamento	m³	9,73	289,23	39,97	2814,21	388,91	3203,12
1.9	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	343,90	4,56	2,32	1568,18	797,85	2366,03
							Subtotal	5609,15	2134,72
2.0		Estruturas							
2.1		Paredes							
2.1.2	90862	concretagem de edificações (paredes e lajes) feitas com sistema de fôrmas manuseáveis com concreto usinado autoadensável, fck 25 mpa, lançado com bomba lança - lançamento e acabamento.	m³	14,05	271,8	10,52	3818,79	147,806	3966,596
2.1.3	91597	armação do sistema de paredes de concreto, executada como armadura positiva de lajes, tela T-196.	kg	503,00	4,85	0,61	2439,55	306,83	2746,38
2.1.4	74254/1	armação aço ca-50 diam.16,0mm- fornecimento / corte(perda de 10%) / dobra / colocação.	kg	363,00	4,00	1,66	1452,00	602,58	2054,58
2.3		Laje maciça							
2.3.1	90862	concretagem de edificações (paredes e lajes) feitas com sistema de fôrmas manuseáveis com concreto usinado autoadensável, fck 25 mpa, lançado com bomba lança - lançamento e acabamento.	m³	4,03	271,8	10,52	1095,354	42,3956	1137,75

2.3.2	74254/2	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm (1/2) -fornecimento/ corte (perda de 10%) / dobra / colocação.	kg	19,90	4,67	2,38	92,93	47,36	140,30
2.3.3	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	88,70	4,56	2,32	404,47	205,78	610,26
						Subtotal	9303,10	1352,76	10655,86
3.0		Alvenaria de vedação							
						Subtotal	0,00	0,00	0,00
4.0		Instalações hidráulicas							
4.1		Aparelhos							
4.1.1	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha, fornecimento e instalação	un.	1	45,98	9,02	45,98	9,02	55,00
4.1.2	86911	Torneira cromada longa, de parede, 1/2" ou 3/4", para pia de cozinha, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	2	24,49	2,02	48,98	4,04	53,02
4.1.3	86913	Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular - fornecimento e instalação	un.	1	10,03	2,52	10,03	2,52	12,55
4.1.4	86906	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	1	29,26	1,65	29,26	1,65	30,91
4.1.5	86904	lavatório louça branca suspenso, 29,5 x 39cm ou equivalente, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	1	78,13	7,14	78,13	7,14	85,27
4.1.6	6021	Vaso sanitário sifonado louça branca padrão popular, com conjunto para fixação para vaso sanitário com parafuso, arruela e bucha - fornecimento e instalação	un.	1	157,38	49,05	157,38	49,05	206,43
4.2		Caixa de passagem							
4.2.1	72286	Caixa de areia 60x60x60cm em alvenaria - execução	un.	1	74,4	69,26	74,40	69,26	143,66
4.2.2	74104/1	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15mpa tipo c - escavação e confecção	un.	1	67,98	56,61	67,98	56,61	124,59
4.3		Calha metálica							
4.3.1	84044	Calha de beiral, semicircular de pvc, diâmetro 100 mm, incluindo cabeceiras, emendas, bocais, suportes e vedações, excluindo condutores - fornecimento e colocação	m	17,28	46,28	10,23	799,72	176,77	976,49
4.3.2	84045	Condutor para calha de beiral, de pvc, diâmetro 88 mm, incluindo conexões e braçadeiras - fornecimento e colocação	m	5,5	21,44	4,42	117,92	24,31	142,23
4.4		Metais							
4.4.1	74184/1	Registro gaveta 1" bruto latão - fornecimento e instalação	un.	1	34,92	12,87	34,92	12,87	47,79
4.4.2	73663	Registro de gaveta com canopla ø 25mm (1) - fornecimento e instalação	un.	3	65,59	14,19	196,77	42,57	239,34

4.4.3	90371	Registro de esfera, pvc, roscável, 3/4 , fornecido e instalado em ramal de água	un.	1	12,58	4,76	12,58	4,76	17,34
4.4.4	89351	Registro de pressão bruto, roscável, 3/4, fornecido e instalado em ramal de água.	un.	1	17,04	4,76	17,04	4,76	21,80
4.5		PVC Acessórios							
4.5.1	86886	engate flexível em metal cromado, 1/2" x 30cm - fornecimento e instalação.	un.	1	23,4	2,52	23,40	2,52	25,92
4.5.2	86884	engate flexível em plástico branco, 1/2" x 30cm - fornecimento e instalação.	un.	1	3,44	2,52	3,44	2,52	5,96
4.5.3	89482	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 150 x 50 mm, fornecida e instalada em ramais de encaminhamento de água pluvial	un.	2	14,23	3,21	28,46	6,42	34,88
4.5.4	89491	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 185 x 75 mm, fornecida e instalada em ramais de encaminhamento de água pluvial.	un.	1	38,26	5,00	38,26	5,00	43,26
4.5.5	89495	Ralo sifonado, pvc, dn 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramais de encaminhamento de água pluvial.	un.	1	6,25	0,83	6,25	0,83	7,08
4.5.6	86883	sifão do tipo flexível em pvc 3/4" x 1.1/2" - fornecimento e instalação	un.	5	15,42	1,37	77,10	6,85	83,95
4.5.7	86879	válvula em plástico 1" para pia, tanque ou lavatório, com ou sem ladrão - fornecimento e instalação	un.	5	2,82	2,02	14,10	10,10	24,20
4.6		PVC Esgoto							
4.6.1	89811	curva curta 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	2	15,33	2,86	30,66	5,72	36,38
4.6.2	89742	curva curta 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	1	13,75	1,9	13,75	1,90	15,65
4.6.3	89728	curva curta 90 graus, pvc, série normal esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	8	7,12	0,95	56,96	7,60	64,56
4.6.4	89726	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	7	3,23	2,38	22,61	16,66	39,27
4.6.5	89520	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, junta elástico, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	4,42	3,1	8,84	6,20	15,04
4.6.6	89806	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástico, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	8,03	4,53	16,06	9,06	25,12

4.6.7	89731	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	3	3,93	3,1	11,79	9,30	21,09
4.6.8	89737	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	7,39	4,53	14,78	9,06	23,84
4.6.9	89726	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	6	7,39	4,53	44,34	27,18	71,52
4.6.10	89797	junção simples, pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 x 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	1	20,95	7,87	20,95	7,87	28,82
4.6.11	89711	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	16,63	7,12	7,15	118,41	118,90	237,31
4.6.12	89712	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	10,91	12,04	9,06	131,36	98,84	230,20
4.6.13	89713	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	11,66	17,76	13,35	207,08	155,66	362,74
4.6.14	89714	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	42,86	22,07	17,64	945,92	756,05	1701,97
4.6.15	89825	te, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 x 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	1	7,25	1,43	7,25	1,43	8,68
4.6.16	89385	luva soldável e com rosca, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4, instalado em prumada de água fornecimento e instalação.	un.	2	1,71	0,95	3,42	1,90	5,32
4.7		PVC água fria							
4.7.1	89376	adaptador pvc soldável com flanges e anel para caixa d'água 20mmx1/2" - fornecimento e instalação	un.	1	7,96	1,71	7,96	1,71	9,67
4.7.2	89383	adaptador pvc soldável com flanges e anel para caixa d'água 32mmx1" - fornecimento e instalação	un.	1	10,01	1,71	10,01	1,71	11,72
4.7.3	89383	adaptador curto com bolsa e rosca para registro, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	un.	9	2,1	2,38	18,90	21,42	40,32
4.7.4	89391	adaptador curto com bolsa e rosca para registro, pvc, soldável, dn 32mm x 1", instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	un.	2	3,04	2,83	6,08	5,66	11,74

4.7.5	89358	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 20mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	3	2,07	3,07	6,21	9,21	15,42
4.7.6	89362	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	7	2,48	3,57	17,36	24,99	42,35
4.7.7	89367	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	7	3,73	4,26	26,11	29,82	55,93
4.7.8	89420	luva com bucha de latão, pvc, soldável, dn 20mm x 1/2 , instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação.	un.	1	3,61	1,24	3,61	1,24	4,85
4.7.9	89427	luva com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4 , instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação.	un.	3	4,69	1,43	14,07	4,29	18,36
4.7.10	74253/1	Ramal predial em tubo pead 20mm - fornecimento, instalação, escavação e reaterro	m	6,27	7,64	12,22	47,90	76,62	124,52
4.7.11	89355	tubo, pvc, soldável, dn 20mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	4,31	4,87	7,6	20,99	32,76	53,75
4.7.12	89356	tubo, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	37,13	5,97	8,8	221,67	326,74	548,41
4.7.13	89357	tubo, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	8,68	9,53	10,49	82,72	91,05	173,77
4.7.14	89393	te, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação	un.	4	3,67	4,76	14,68	19,04	33,72
4.7.15	89395	te, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação	un.	2	5,67	5,67	11,34	11,34	22,68
4.8		PVC soldavel azul c/ bucha de latão							
4.8.1	89366	joelho 90 graus com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm, x 3/4 instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	2	7,01	3,57	14,02	7,14	21,16
4.8.2	90373	joelho 90 graus com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm, x 1/2" instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	un.	4	6,22	3,57	24,88	14,28	39,16
4.9		Reservatório cilíndrico							
4.9.1	88503	caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios	un.	1	505,41	183,63	505,41	183,63	689,04
4.9.2	83703	torneira bóia metálica d=32mm (1 1/4")	un.	1	68,93	9,53	68,93	9,53	78,46
						Subtotal	4659,12	2605,10	7264,22
5		Instalações Elétricas							
5.1		Elétrica - Acessórios p/ eletrodutos							
5.1.1	73542	bucha/arruela alumínio 3/4" - p	cj	2	0,56	0,24	1,12	0,48	1,60
5.1.2	84159	bucha/arruela alumínio 2 - p	cj	5	1,35	0,72	6,75	3,60	10,35

5.1.3	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	26	2,87	3,6	74,62	93,60	168,22
5.1.4	83388	caixa de passagem pvc 3" octogonal	un.	9	5,48	3,6	49,32	32,40	81,72
5.2		Elétrica - Cabo unipolar (cobre)							
5.2.1	73860/7	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 1,5mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	140,50	1,24	0,93	174,22	130,67	304,89
5.2.2	73860/8	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 2,5mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	318,90	1,68	1,16	535,75	369,92	905,68
5.2.3	73860/10	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 6mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	34,60	3,74	1,62	129,40	56,05	185,46
5.3		Elétrica - Dispositivo Elétrico - embutir							
5.3.1	72334	interruptor paralelo de embutir 10a/250v 1 tecla, sem placa - fornecimento e instalação	un.	1	6,99	4,97	6,99	4,97	11,96
5.3.2	84379	interruptor simples com interruptor paralelo conjugados c/ placa - fornecimento e instalação	un.	1	14,23	10,82	14,23	10,82	25,05
5.3.3	72331	interruptor simples de embutir 10a/250v 1 tecla, sem placa - fornecimento e instalação	un.	5	5,34	4,97	26,70	24,85	51,55
5.3.4	83466	interruptor simples com 1 tomada 2p+T conjugados com placa - fornecimento e instalação	un.	1	13,2	8,9	13,20	8,90	22,10
5.3.5	83540	tomada de embutir 2p+t 10a/250v c/ placa - fornecimento e instalação	un.	15	7,3	4,81	109,50	72,15	181,65
5.3.6	83566	tomada de embutir 2p+t 20a/250v c/ placa - fornecimento e instalação	un.	2	14,67	4,81	29,34	9,62	38,96
5.4		Elétrica - Dispositivo de proteção							
5.4.1	74130/1	disjuntor termomagnético monopolar padrão nema (americano) 10 a 30a 240v, fornecimento e instalação	un.	12	10,56	1,7	126,72	20,40	147,12
5.4.2	74130/2	disjuntor termomagnético monopolar padrão nema (americano) 35 a 50a 240v, fornecimento e instalação	un.	2	17,34	1,7	34,68	3,40	38,08
5.4.3	72333	interruptor bipolar de embutir 25a/250v, tecla dupla c/ placa - fornecimento e instalação	un.	4	21,45	8,42	85,80	33,68	119,48
5.5		Elétrica - Eletroduto PVC flexível							
5.5.1	72934	eletroduto de pvc flexível corrugado dn 20mm (3/4") fornecimento e instalação	m	117,80	2,24	2,88	263,87	339,26	603,14
5.6		Elétrica - Iluminação							
5.6.1	72274	lâmpada incandescente 100w - fornecimento e instalação	un.	2	1,82	1,04	3,64	2,08	5,72
5.6.2	83468	lâmpada fluorescente 20w - fornecimento e instalação	un.	7	4,71	0,36	32,97	2,52	35,49
5.7		Elétrica - Quadro distribuição - embutir							
5.7.1	74131/5	quadro de distribuição de energia de embutir, em chapa metálica, para 24 disjuntores termomagnéticos monopolares, com barramento trifásico e neutro, fornecimento e instalação	un.	1	258,81	72,18	258,81	72,18	330,99

5.8		TV cabo - Acessórios							
5.8.1	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	1	2,87	3,6	2,87	3,60	6,47
5.9		Telefônica					0,00	0,00	0,00
5.9.1	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	1	2,87	3,6	2,87	3,60	6,47
						Subtotal	1983,38	1298,76	3282,13
6		Revestimento							
6.1		Cêramicas							
6.2	91525	estucamento de densidade alta, nas faces internas de paredes do sistema de paredes de concreto.	m²	187,96	1,25	2,44	234,95	458,62	693,57
6.3	87267	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo grês ou semi-grês de dimensões 20x20 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² a meia altura das paredes.	m²	22,08	27,58	12,25	608,97	270,48	879,45
6.4	8917	(composição representativa) do serviço de revestimento cerâmico para piso com placas tipo grês de dimensões 35x35 cm, para edificação habitacional unifamiliar (casa) e edificação pública padrão.	m²	45,05	20,68	5,70	931,63	256,79	1188,42
						Subtotal	1775,55	985,89	2761,44
7		Esquadrias							
7.1	91295	porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 60x210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças fornecimento e instalação.	un.	1	170,11	23,39	170,11	23,39	193,50
7.2	91297	porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 80x210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças fornecimento e instalação.	un.	4	184,75	28,2	739,00	112,80	851,80
7.3	84848	janela de madeira tipo veneziana/guilhotina, de abrir, inclusas guarnições sem ferragens(4x)	m²	5,2	389,91	61,9	2027,53	321,88	2349,41
7.4	84848	janela de madeira tipo veneziana/guilhotina, de abrir, inclusas guarnições sem ferragens	m²	0,25	389,91	61,9	97,48	15,48	112,95
						Subtotal	3034,12	473,55	3507,66
8		Pintura							
8.1	88495	aplicação e lixamento de massa látex em paredes, uma demão.	m²	177,29	4,41	4,01	781,85	710,93	1492,78
8.2	88485	aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão.	m²	177,29	2,77	0,66	491,09	117,01	608,10
8.3	88487	aplicação manual de pintura com tinta látex pva em paredes, duas demãos	m²	177,29	6,00	2,23	1063,74	395,36	1459,10
8.4	6082	pintura em verniz sintético brilhante em madeira, tres demãos	m²	26,86	5,89	8,34	158,21	224,01	382,22
						Subtotal	2494,89	1447,31	3942,20

9		Cobertura							
9.1	84005	gradeado de caibros e ripas	m²	66,66	21,87	8,58	1457,85	571,94	2029,80
9.2	84033	cobertura com telha colonial, excluindo madeiramento	m²	66,66	23,59	6,05	1572,51	403,29	1975,80
9.3	6058	cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m²	25	10,89	11,74	272,25	293,50	565,75
						Subtotal	3302,61	1268,74	4571,35
						Total	32161,92	11566,81	43728,73

Tabela 6 – Orçamento descritivo de materiais e mão de obra para alvenaria convencional.

Tabela orçamentária de materiais e mão de obra - Base SINAPI									
Alvenaria convencional - Área: 55,44m²									
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Quant.	Custos Unitário		Custo total (R\$)		Total (R\$)
					Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
1.0		Fundação / Radier							
1.1	73992/1	locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleadas a cada 1,50m, sem reaproveitamento	m²	65,28	4,83	3,02	315,30	197,15	512,45
1.2	76444/2	Compactação mecânica de valas, c/ contr.do gc >= 95% do pn (c/ compactadoresolos c/ placa vibratória motor diesel/gasolina 7 a 10 hp	m³	32,63	9,55	10,52	311,62	343,27	654,88
1.3	79480	Escavação mecânica campo aberto em solo exceto rocha até 2,00m profundidade	m³	55,48	2,53	0,20	140,36	11,10	151,46
1.4	74164/4	Lastro de brita (7cm)	m³	4,57	46,30	19,30	211,59	88,20	299,79
1.5	68053	Lona plástica preta, p/ impermeabilização espessura 150 micras	m²	65,27	1,81	2,86	118,14	186,67	304,81
1.6	5970	Forma tábua para concreto em fundação, c/ reaproveitamento 2x	m²	5,10	25,44	23,84	129,74	121,58	251,33
1.7	74138/3	Concreto usinado bombeado fck=25mpa, inclusive lançamento e adensamento	m³	9,73	289,23	39,97	2814,21	388,91	3203,12
1.8	74254/2	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm (1/2) -fornecimento/ corte (perda de 10%) / dobra / colocação	kg	9,30	4,67	2,38	43,43	22,13	65,57
1.9	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	385,30	4,56	2,32	1756,97	893,90	2650,86
						Subtotal	5841,36	2252,90	8094,27
2.0		Estruturas							
2.1		Pilares							
2.1.1	84215	forma para estruturas de concreto (pilar, viga e laje) em chapa de madeira compensada resinada, de 1,10 x 2,20, espessura = 12 mm, 02 utilizações. fabricação, montagem e desmontagem	m²	24,2	27,12	17,98	656,30	435,12	1091,42
2.1.2	74138/3	Concreto usinado bombeado fck=25mpa, inclusive lançamento e adensamento	m³	0,99	289,23	39,97	286,34	39,57	325,908

2.1.3	74254/2	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm (1/2) -fornecimento/ corte (perda de 10%) / dobra / colocação	kg	110,00	4,67	2,38	513,70	261,80	775,5
2.1.4	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	34,10	4,56	2,32	155,50	79,11	234,608
2.2		Vigas							
2.2.1	84215	forma para estruturas de concreto (pilar, viga e laje) em chapa de madeira compensada resinada, de 1,10 x 2,20, espessura = 12 mm, 02 utilizações. fabricação, montagem e desmontagem	m²	20,43	27,12	17,98	554,06	367,33	921,39
2.2.2	74254/2	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm (1/2) -fornecimento/ corte (perda de 10%) / dobra / colocação	kg	56,00	4,67	2,38	261,52	133,28	394,80
2.2.3	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	64,00	4,56	2,32	291,84	148,48	440,32
2.2.4	73301	Escoramento formas até h = 3,30m, com madeira de 3a qualidade, não aparelhada, aproveitamento tábuas 3x e prumos 4x	m³	16,65	4,54	3,95	75,59	65,77	141,36
2.3		Laje de vigotas							
2.3.1	74202/2	laje pré-moldada p/piso, sobrecarga 200kg/m², vãos até 5,20m/e=8cm, c/lajotas e cap.c/conc fck=20mpa, 4cm, inter-eixo 45cm, c/escoramento (reapr.3x) e ferragem negativa	m²	48,4	50,91	18,55	2464,04	897,82	3361,86
2.3.2	74254/2	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm (1/2) -fornecimento/ corte (perda de 10%) / dobra / colocação	kg	19,00	4,67	2,38	88,73	45,22	133,95
2.3.3	73942/2	Armação de aço ca-60 diam. 3,4 a 6,0 mm.- fornecimento / corte (c/perda de 10%) / dobra / colocação	kg	14,00	4,56	2,32	63,84	32,48	96,32
							Subtotal	5411,46	2505,98
									7917,44
3.0		Alvenaria de vedação							
3.1	87523	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira.	m²	102,9	31,46	48,17	3237,86	4957,66	8195,52
3.2	74200/1	verga 10x10cm em concreto pré-moldado fck=20mpa (preparo com betoneira) aço ca60, bitola fina, inclusive formas tábua 3a.	m	15,60	8,92	4,81	139,15	75,04	214,19
							Subtotal	3377,02	5032,69
									8409,708
4.0		Instalações hidráulicas							
4.1		Aparelhos							
4.1.1	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha, fornecimento e instalação	un.	1	45,98	9,02	45,98	9,02	55,00
4.1.2	86911	Torneira cromada longa, de parede, 1/2" ou 3/4", para pia de cozinha, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	2	24,49	2,02	48,98	4,04	53,02

4.1.3	86913	Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular - fornecimento e instalação	un.	1	10,03	2,52	10,03	2,52	12,55
4.1.4	86906	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	1	29,26	1,65	29,26	1,65	30,91
4.1.5	86904	lavatório louça branca suspenso, 29,5 x 39cm ou equivalente, padrão popular - fornecimento e instalação.	un.	1	78,13	7,14	78,13	7,14	85,27
4.1.6	6021	Vaso sanitário sifonado louça branca padrão popular, com conjunto para fixação para vaso sanitário com parafuso, arruela e bucha-fornecimento e instalação	un.	1	157,38	49,05	157,38	49,05	206,43
4.2		Caixa de passagem							
4.2.1	72286	Caixa de areia 60x60x60cm em alvenaria - execução	un.	1	74,4	69,26	74,40	69,26	143,66
4.2.2	74104/1	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15mpa tipo c - escavação e confecção	un.	1	67,98	56,61	67,98	56,61	124,59
4.3		Calha metálica							
4.3.1	84044	Calha de beiral, semicircular de pvc, diâmetro 100 mm, incluindo cabeceiras, emendas, bocais, suportes e vedações, excluindo condutores - fornecimento e colocação	m	17,28	46,28	10,23	799,72	176,77	976,49
4.3.2	84045	Condutor para calha de beiral, de pvc, diâmetro 88 mm, incluindo conexões e braçadeiras - fornecimento e colocação	m	5,5	21,44	4,42	117,92	24,31	142,23
4.4		Metais							
4.4.1	74184/1	Registro gaveta 1" bruto latão - fornecimento e instalação	un.	1	34,92	12,87	34,92	12,87	47,79
4.4.2	73663	Registro de gaveta com canopla Ø 25mm (1) - fornecimento e instalação	un.	3	65,59	14,19	196,77	42,57	239,34
4.4.3	90371	Registro de esfera, pvc, roscável, 3/4, fornecido e instalado em ramal de água	un.	1	12,58	4,76	12,58	4,76	17,34
4.4.4	89351	Registro de pressão bruto, roscável, 3/4, fornecido e instalado em ramal de água.	un.	1	17,04	4,76	17,04	4,76	21,80
4.5		PVC Acessórios							
4.5.1	86886	engate flexível em metal cromado, 1/2" x 30cm - fornecimento e instalação.	un.	1	23,4	2,52	23,40	2,52	25,92
4.5.2	86884	engate flexível em plástico branco, 1/2" x 30cm - fornecimento e instalação.	un.	1	3,44	2,52	3,44	2,52	5,96
4.5.3	89482	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 150 x 50 mm, fornecida e instalada em ramais de encaminhamento de água pluvial	un.	2	14,23	3,21	28,46	6,42	34,88
4.5.4	89491	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 185 x 75 mm, fornecida e instalada em ramais de encaminhamento de água pluvial.	un.	1	38,26	5,00	38,26	5,00	43,26

4.5.5	89495	Ralo sifonado, pvc, dn 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramais de encaminhamento de água pluvial.	un.	1	6,25	0,83	6,25	0,83	7,08
4.5.6	86883	sifão do tipo flexível em pvc 3/4" x 1.1/2" - fornecimento e instalação	un.	5	15,42	1,37	77,10	6,85	83,95
4.5.7	86879	válvula em plástico 1" para pia, tanque ou lavatório, com ou sem ladrão - fornecimento e instalação	un.	5	2,82	2,02	14,10	10,10	24,20
4.6		PVC Esgoto							
4.6.1	89811	curva curta 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	2	15,33	2,86	30,66	5,72	36,38
4.6.2	89742	curva curta 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	1	13,75	1,9	13,75	1,90	15,65
4.6.3	89728	curva curta 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	8	7,12	0,95	56,96	7,60	64,56
4.6.4	89726	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	7	3,23	2,38	22,61	16,66	39,27
4.6.5	89520	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, junta elástico, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	4,42	3,1	8,84	6,20	15,04
4.6.6	89806	joelho 45 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástico, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	8,03	4,53	16,06	9,06	25,12
4.6.7	89731	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	3	3,93	3,1	11,79	9,30	21,09
4.6.8	89737	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	2	7,39	4,53	14,78	9,06	23,84
4.6.9	89737	joelho 90 graus, pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, junta soldável fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	6	7,39	4,53	44,34	27,18	71,52
4.6.10	89797	junção simples, pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 x 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	un.	1	20,95	7,87	20,95	7,87	28,82

4.6.11	89711	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 40 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	16,63	7,12	7,15	118,41	118,90	237,31
4.6.12	89712	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	10,91	12,04	9,06	131,36	98,84	230,20
4.6.13	89713	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 75 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	11,66	17,76	13,35	207,08	155,66	362,74
4.6.14	89714	tubo pvc, série normal, esgoto predial, dn 100 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	42,86	22,07	17,64	945,92	756,05	1701,97
4.6.15	89825	te, pvc, série normal, esgoto predial, dn 50 x 50 mm, junta elástica, fornecido e instalado em prumada de esgoto sanitário ou ventilação.	un.	1	7,25	1,43	7,25	1,43	8,68
4.6.16	89385	luva soldável e com rosca, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4, instalado em prumada de água fornecimento e instalação.	un.	2	1,71	0,95	3,42	1,90	5,32
4.7		PVC água fria							
4.7.1	89376	adaptador pvc soldável com flanges e anel para caixa d'água 20mmx1/2"- fornecimento e instalação	un.	1	7,96	1,71	7,96	1,71	9,67
4.7.2	72785	adaptador pvc soldável com flanges e anel para caixa d'água 32mmx1"- fornecimento e instalação	un.	1	10,01	1,71	10,01	1,71	11,72
4.7.3	89383	adaptador curto com bolsa e rosca para registro, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	un.	9	2,1	2,38	18,90	21,42	40,32
4.7.4	89391	adaptador curto com bolsa e rosca para registro, pvc, soldável, dn 32mm x 1", instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	un.	2	3,04	2,83	6,08	5,66	11,74
4.7.5	89358	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 20mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	3	2,07	3,07	6,21	9,21	15,42
4.7.6	89362	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	7	2,48	3,57	17,36	24,99	42,35
4.7.7	89367	joelho 90 graus, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	7	3,73	4,26	26,11	29,82	55,93
4.7.8	89420	luva com bucha de latão, pvc, soldável, dn 20mm x 1/2 , instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação.	un.	1	3,61	1,24	3,61	1,24	4,85
4.7.9	89427	luva com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm x 3/4 , instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação.	un.	3	4,69	1,43	14,07	4,29	18,36

4.7.10	74253/1	Ramal predial em tubo pead 20mm - fornecimento, instalação, escavação e reaterro	m	6,27	7,64	12,22	47,90	76,62	124,52
4.7.11	89355	tubo, pvc, soldável, dn 20mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	4,31	4,87	7,6	20,99	32,76	53,75
4.7.12	89356	tubo, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	37,13	5,97	8,8	221,67	326,74	548,41
4.7.13	89357	tubo, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação	m	8,68	9,53	10,49	82,72	91,05	173,77
4.7.14	89393	te, pvc, soldável, dn 25mm, instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação	un.	4	3,67	4,76	14,68	19,04	33,72
4.7.15	89395	te, pvc, soldável, dn 32mm, instalado em ramal de distribuição de água fornecimento e instalação	un.	2	5,67	5,67	11,34	11,34	22,68
4.7.16	90443	rasgo em alvenaria para ramais/ distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40 mm.	m	56,4	2,34	6,83	131,98	385,21	517,19
4.8		PVC soldavel azul c/ bucha de latão							
4.8.1	89366	joelho 90 graus com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm, x 3/4 instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	2	7,01	3,57	14,02	7,14	21,16
4.8.2	90373	joelho 90 graus com bucha de latão, pvc, soldável, dn 25mm, x 1/2" instalado em ramal ou sub-ramal de água fornecimento e instalação .	un.	4	6,22	3,57	24,88	14,28	39,16
4.9		Reservatório cilíndrico							
4.9.1	88503	caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios	un.	1	505,41	183,63	505,41	183,63	689,04
4.9.2	83703	torneira bóia metálica d=32mm (1 1/4")	un.	1	68,93	9,53	68,93	9,53	78,46
						Subtotal	4791,10	2990,31	7781,41
5.0		Instalações Elétricas							
5.1		Elétrica - Acessórios p/ eletrodutos							
5.1.1	73542	bucha/arruela alumínio 3/4" - p	cj	2	0,56	0,24	1,12	0,48	1,60
5.1.2	84159	bucha/arruela alumínio 2 - p	cj	5	1,35	0,72	6,75	3,60	10,35
5.1.3	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	26	2,87	3,6	74,62	93,60	168,22
5.1.4	83388	caixa de passagem pvc 3" octogonal	un.	9	5,48	3,6	49,32	32,40	81,72
4.2		Elétrica - Cabo unipolar (cobre)							
5.2.1	73860/7	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 1,5mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	140,50	1,24	0,93	174,22	130,67	304,89
5.2.2	73860/8	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 2,5mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	318,90	1,68	1,16	535,75	369,92	905,68
5.2.3	73860/10	cabo de cobre isolado pvc 450/750v 6mm2 resistente a chama - fornecimento e instalação	m	34,60	3,74	1,62	129,40	56,05	185,46
5.3		Elétrica - Dispositivo Elétrico - embutir							0,00

5.3.1	72334	interruptor paralelo de embutir 10a/250v 1 tecla, sem placa - fornecimento e instalação	un.	1	6,99	4,97	6,99	4,97	11,96
5.3.2	84379	interruptor simples com interruptor paralelo conjugados c/ placa - fornecimento e instalação	un.	1	14,23	10,82	14,23	10,82	25,05
5.3.3	72331	interruptor simples de embutir 10a/250v 1 tecla, sem placa - fornecimento e instalação	un.	5	5,34	4,97	26,70	24,85	51,55
5.3.4	83466 I	interruptor simples com 1 tomada 2p+T conjugados com placa - fornecimento e instalação	un.	1	13,2	8,9	13,20	8,90	22,10
5.3.5	83540	tomada de embutir 2p+t 10a/250v c/ placa - fornecimento e instalação	un.	15	7,3	4,81	109,50	72,15	181,65
5.3.6	83566	tomada de embutir 2p+t 20a/250v c/ placa - fornecimento e instalação	un.	2	14,67	4,81	29,34	9,62	38,96
5.4		Elétrica - Dispositivo de proteção							
5.4.1	74130/1	disjuntor termomagnético monopolar padrão nema (americano) 10 a 30a 240v, fornecimento e instalação	un.	12	10,56	1,7	126,72	20,40	147,12
5.4.2	74130/2	disjuntor termomagnético monopolar padrão nema (americano) 35 a 50a 240v, fornecimento e instalação	un.	2	17,34	1,7	34,68	3,40	38,08
5.4.3	72333	interruptor bipolar de embutir 25a/250v, tecla dupla c/ placa - fornecimento e instalação	un.	4	21,45	8,42	85,80	33,68	119,48
5.5		Elétrica - Eletroduto PVC flexível							
5.5.1	72934	eletroduto de pvc flexível corrugado dn 20mm (3/4") fornecimento e instalação	m	117,80	2,24	2,88	263,87	339,26	603,14
5.6		Elétrica - Iluminação							
5.6.1	72274	lâmpada incandescente 100w - fornecimento e instalação	un.	2	1,82	1,04	3,64	2,08	5,72
5.6.2	83468	lâmpada fluorescente 20w - fornecimento e instalação	un.	7	4,71	0,36	32,97	2,52	35,49
5.7		Elétrica - Quadro distribuição - embutir							
5.7.1	74131/5	quadro de distribuição de energia de embutir, em chapa metálica, para 24 disjuntores termomagnéticos monopolares, com barramento trifásico e neutro, fornecimento e instalação	un.	1	258,81	72,18	258,81	72,18	330,99
5.8		TV cabo - Acessórios							
5.8.1	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	1	2,87	3,6	2,87	3,60	6,47
5.9		Telefônica							
5.9.1	83387	caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	un.	1	2,87	3,6	2,87	3,60	6,47
5.10		Rasgo para instalação							
5.10.1	90447	rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40 mm.	m	72,40	1,12	3,29	81,09	238,20	319,28
5.10.2	90456	quebra em alvenaria para instalação de caixa de tomada (4x4 ou 4x2).	un.	28,00	0,75	2,19	21,00	61,32	82,32
5.10.3	90457	quebra em alvenaria para instalação de quadro distribuição pequeno (19x25 cm).	un.	1	1,71	5,00	1,71	5,00	6,71
						Subtotal	2087,18	1603,27	3690,45

6.0		Revestimento							
6.1		Revestimento externo							
6.2	87867	chapisco aplicado somente em pilares e vigas das paredes internas, com rolo para textura acrílica. argamassa industrializada com preparo em misturador 300 kg.	m²	50,80	5,25	0,83	266,70	42,16	308,86
6.3	75481	reboco argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa	m²	50,80	4,91	11,03	249,43	560,32	809,75
6.2		Revestimento interno							
6.2.1	87867	chapisco aplicado somente em pilares e vigas das paredes internas, com rolo para textura acrílica. argamassa industrializada com preparo em misturador 300 kg.	m²	149,28	5,25	0,83	783,72	123,90	907,62
6.2.2	87883	chapisco aplicado no teto, com rolo para textura acrílica. argamassa traço 1:4 e emulsão polimérica (adesivo) com preparo em misturador 300 kg.	m²	48,38	2,67	0,65	129,17	31,45	160,62
6.2.3	87554	emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente em faces internas de paredes de ambientes com área maior que 10m², espessura de 10mm, com execução de taliscas.	m²	137,16	6,83	5,77	936,80	791,41	1728,22
6.2.4	75481	reboco argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa	m²	137,16	4,91	11,03	673,46	1512,87	2186,33
6.3		Cêramicas							
6.3.1	87267	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo grês ou semi-grês de dimensões 20x20 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² a meia altura das paredes.	m²	22,08	27,58	12,25	608,97	270,48	879,45
6.3.2	8917	(composição representativa) do serviço de revestimento cerâmico para piso com placas tipo grês de dimensões 35x35 cm, para edificação habitacional unifamiliar (casa) e edificação pública padrão.	m²	45,05	20,68	5,70	931,63	256,79	1188,42
						Subtotal	4579,88	3589,39	8169,27
7		Esquadrias							
7.1	91295	porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 60x210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças fornecimento e instalação.	un.	1	170,11	23,39	170,11	23,39	193,50
7.2	91297	porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 80x210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças fornecimento e instalação.	un.	4	184,75	28,2	739,00	112,80	851,80
7.3	84848	janela de madeira tipo veneziana/guilhotina, de abrir, inclusas guarnições sem ferragens(4x)	m²	5,2	389,91	61,9	2027,53	321,88	2349,41
7.4	84848	janela de madeira tipo veneziana/guilhotina, de abrir, inclusas guarnições sem ferragens	m²	0,25	389,91	61,9	97,48	15,48	112,95
						Subtotal	3034,12	473,55	3507,66

8		Pintura							
8.1	88495	aplicação e lixamento de massa látex em paredes, uma demão.	m²	177,29	4,41	4,01	781,85	710,93	1492,78
8.2	88485	aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão.	m²	177,3	2,77	0,66	491,09	117,01	608,10
8.3	88487	aplicação manual de pintura com tinta látex pva em paredes, duas demãos	m²	177,3	6,00	2,23	1063,74	395,36	1459,10
8.4	6082	pintura em verniz sintético brilhante em madeira, três demãos	m²	26,86	5,89	8,34	158,21	224,01	382,22
						Subtotal	2494,89	1447,31	3942,20
9		Cobertura							
9.1	84005	gradeado de caibros e ripas	m²	66,66	21,87	8,58	1457,85	571,94	2029,80
9.2	84033	cobertura com telha colonial, excluindo madeiramento	m²	66,66	23,59	6,05	1572,51	403,29	1975,80
9.3	84033	cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m²	25	10,89	11,74	272,25	293,50	565,75
						Subtotal	3302,61	1268,74	4571,35
						Total	34919,62	21164,14	56083,76

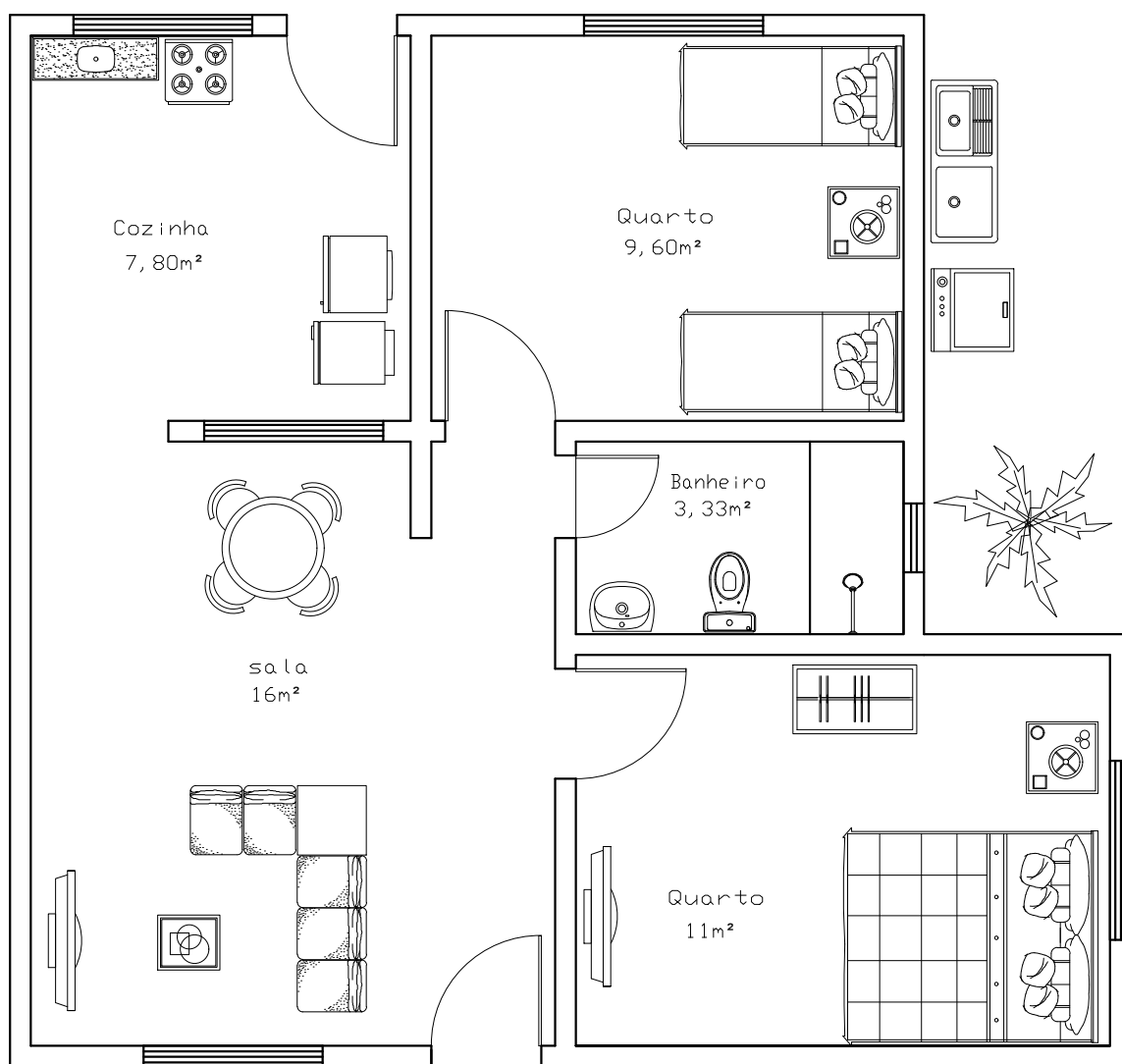
Tabela 7 – Tempo de serviço – Paredes de concreto.

TEMPO DE SERVIÇO			
PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO - Área: 55,44m ²			
Item	Etapas da obra	Unid	Quant
1.0	Fundação / Radier		
1.1	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	17,44
1.2	SERVENTE	h	85,86
1.3	IMPERMEABILIZADOR	h	13,05
1.4	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	5,10
1.5	ARMADOR	h	40,23
1.6	PEDREIRO	h	5,84
	Sub total		167,52
2.0	Estruturas		
2.1	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	2,72
2.2	PEDREIRO	h	5,44
2.3	SERVENTE	h	6,35
2.4	AJUDANTE DE ARMADOR	h	45,63
2.5	ARMADOR	h	53,37
	Sub total		113,51
3.0	alvenaria de vedação		
4.0	Instalações hidráulicas		
4.1	ELETRICISTA	h	0,45
4.2	SERVENTE	h	24,88
4.3	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	h	92,28
4.4	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	h	87,57
4.5	PEDREIRO	h	6,00
4.7	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	7,60
	Sub total		218,78
5.0	Instalações elétricas		
5.1	AUXILIAR DE ELETRICISTA	h	53,623
5.2	ELETRICISTA	h	55,773
	Sub total		109,396
6.0	Revestimento		
6.1	PEDREIRO	h	29,13
6.2	SERVENTE	h	26,269
6.3	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	h	44,28
	Sub total		99,68
7.0	Esquadrias		
7.5	CARPINTEIRO DE ESQUADRIA	h	15,07
7.6	SERVENTE	h	10,28
7.7	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	7,63
7.8	PEDREIRO	h	6,54
	Sub total		39,52
8.0	Pintura		
8.1	PINTOR	h	89,27
8.2	SERVENTE	h	35,16
	Sub total		124,43
9.0	Cobertura		
9.1	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	24
9.2	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	24
9.3	TELHADISTA	h	16,13
9.4	SERVENTE	h	34,49
9.5	PEDREIRO	h	12,5
	Sub total		111,12
	TOTAL		983,96

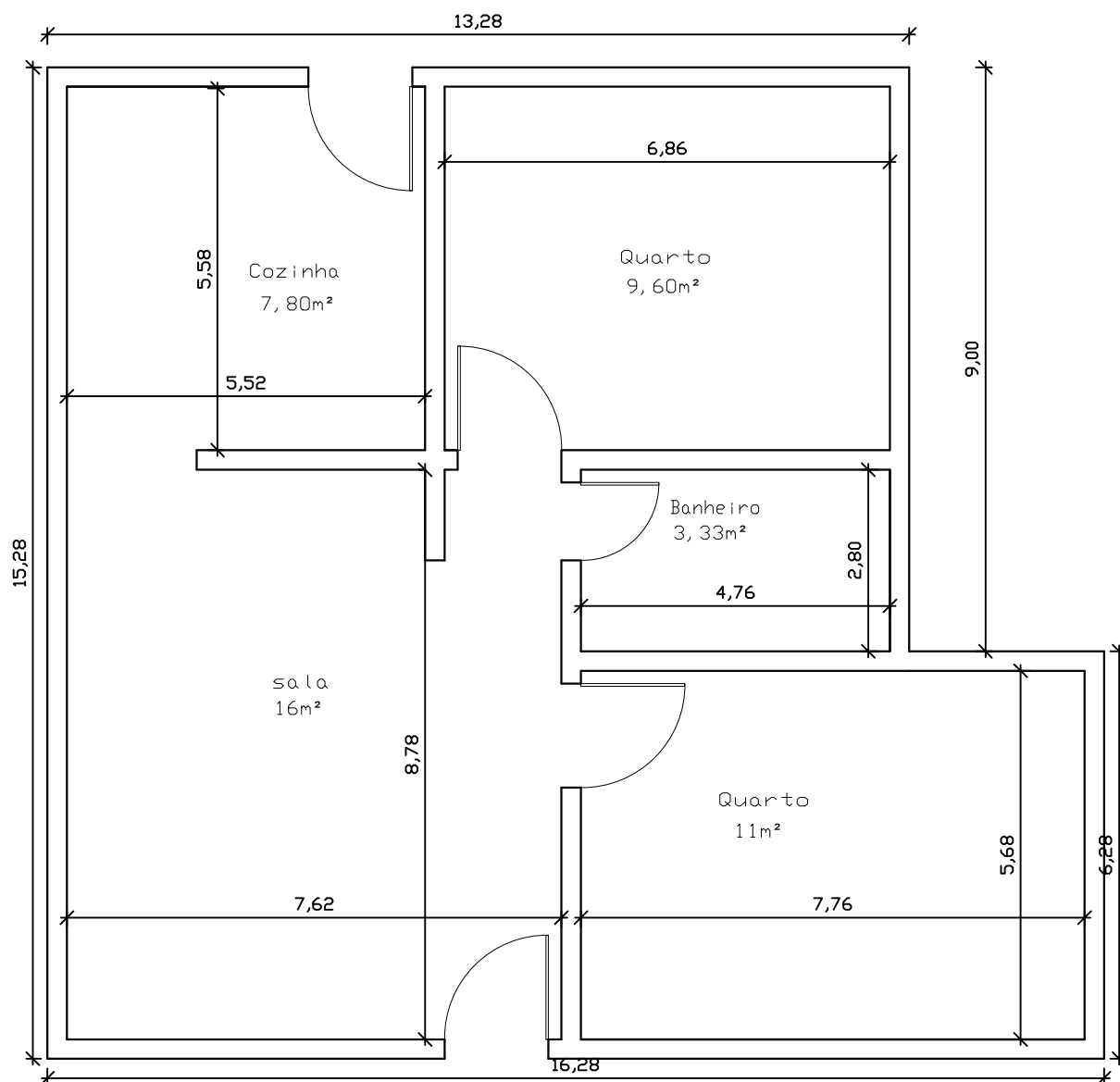
Tabela 8 – Tempo de serviço – Alvenaria convencional.

TEMPO DE SERVIÇO			
ALVENARIA CONVENCIONAL - Área: 55,44m ²			
Item	Etapas da obra	Unid	Quant
1.0	Fundação / Radier		
1.1	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	17,44
1.2	SERVENTE	h	90,00
1.3	IMPERMEABILIZADOR	h	13,05
1.4	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	5,10
1.5	ARMADOR	h	45,3
1.6	AJUDANTE DE ARMADOR	h	0,93
1.7	PEDREIRO	h	5,84
	Sub total		177,66
2.0	Estruturas		
2.1	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	17,996
2.2	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	51,77
2.3	PEDREIRO	h	21,88
2.4	SERVENTE	h	36,91
2.5	AJUDANTE DE ARMADOR	h	18,50
2.6	ARMADOR	h	30,30
	Sub total		177,356
3.0	alvenaria de vedação		
3.1	PEDREIRO	h	265,792
3.2	SERVENTE	h	133,676
3.3	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	1,91
3.4	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	1,17
	Sub total		628,704
4.0	Instalações hidráulicas		
4.1	ELETRICISTA	h	0,45
4.2	SERVENTE	h	10,23
4.3	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	h	117,6
4.4	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	h	91,52
4.5	PEDREIRO	h	6,00
4.6	SERVENTE	h	14,65
4.7	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	7,60
	Sub total		248,05
5.0	Instalações elétricas		
5.1	AUXILIAR DE ELETRICISTA	h	56,78
5.2	ELETRICISTA	h	75,48
	Sub total		132,254
6.0	Revestimento		
6.1	PEDREIRO	h	162,57
6.2	AJUDANTE DE PEDREIRO	h	62,02
6.3	SERVENTE	h	31,449
6.4	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	h	44,28
	Sub total		300,32
7.0	Esquadrias		
7.5	CARPINTEIRO DE ESQUADRIA	h	15,07
7.6	SERVENTE	h	20,43
7.7	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	7,63
7.8	PEDREIRO	h	6,54
	Sub total		49,67
8.0	Pintura		
8.1	PINTOR	h	89,27
8.2	SERVENTE	h	35,16
	Sub total		124,43
9.0	Cobertura		
9.1	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	24,00
9.2	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	24,00
9.3	TELHADISTA	h	16,13
9.4	SERVENTE	h	34,49
9.5	PEDREIRO	h	12,50
	Sub total		111,12
	TOTAL		1949,56

APÊNDICE B – PLANTAS DE PROJETO



Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:50	Planta: Layout	01/21



Projeto: Trabalho de conclusão de curso

Data: 16/12/2016

Local: Universidade Estadual do Maranhão

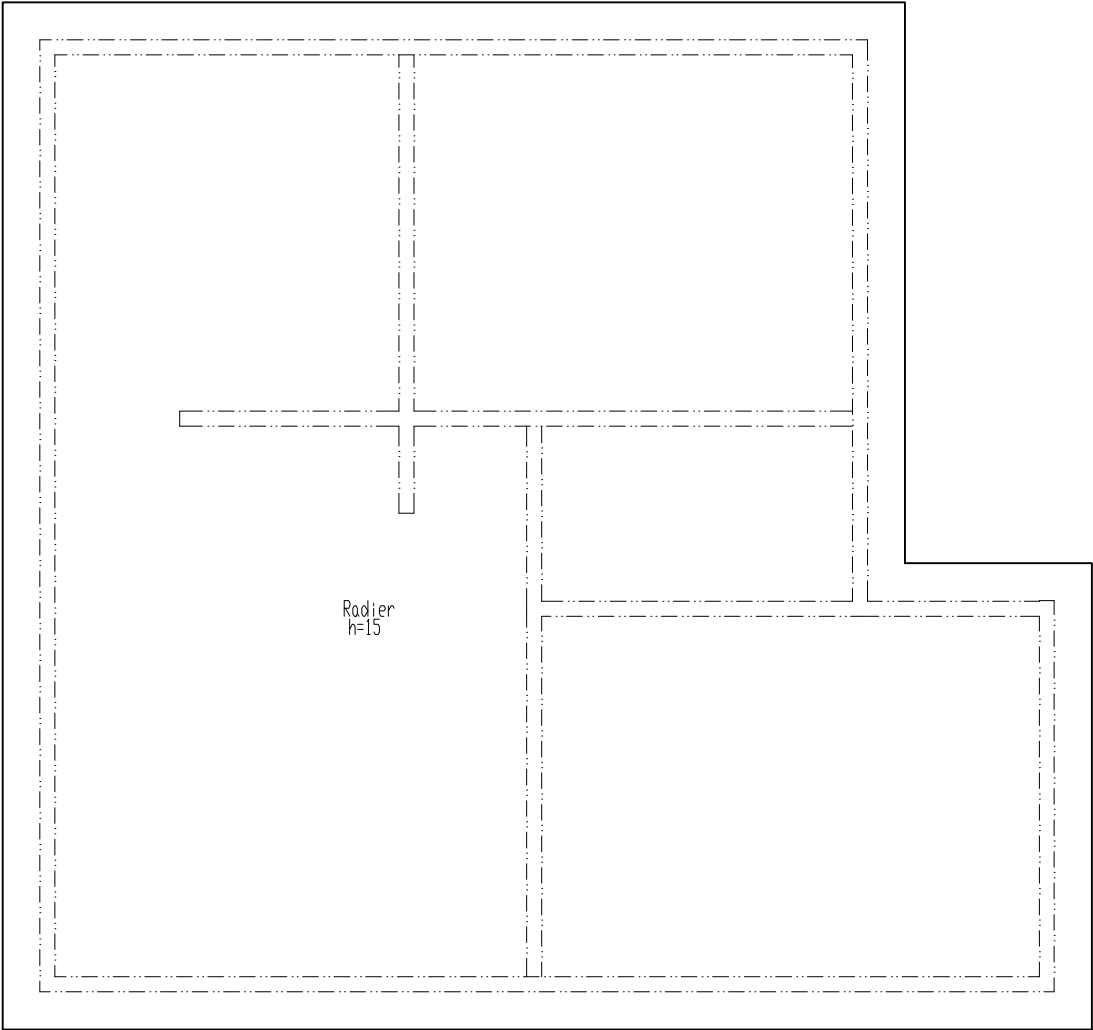
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama

Escala: 1:50

Planta: planta baixa

02/21

Superfície total: 55.44 m2			
Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Radier	59.63	8.95	344
Paredes de concreto	266.13	14.05	867
Lajes	49.78	3.98	208
Total	375.54	26.98	1419



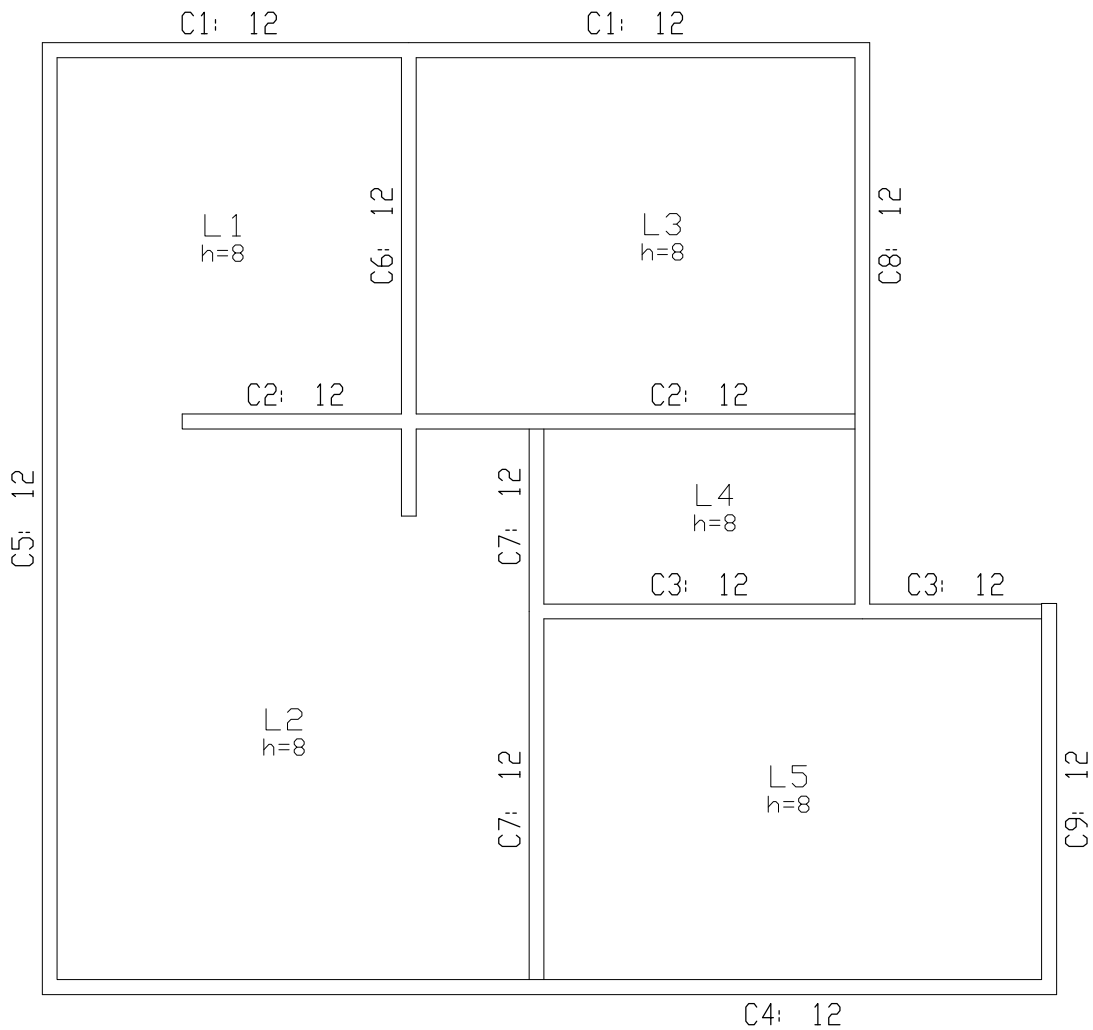
Radier

Piso

Escala: 1:75

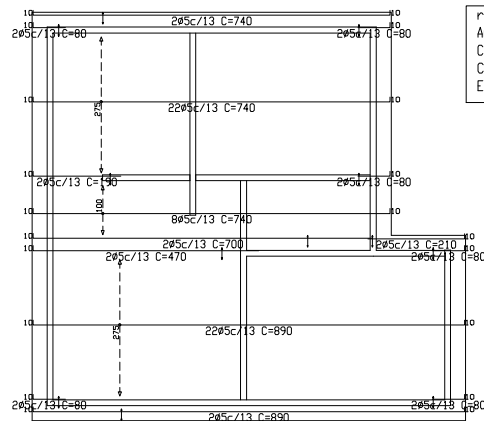
Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:75	Planta: Forma – Radier (Paredes de concreto)	03/21

Superfície total: 55.44 m2			
Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Radier	59.63	8.95	344
Paredes de concreto	266.13	14.05	867
Lajes	49.78	3.98	208
Total	375.54	26.98	1419



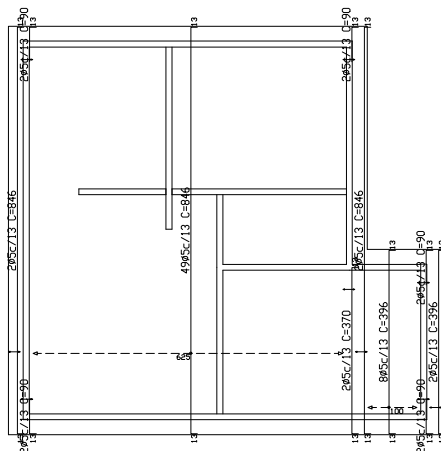
Laje
Piso
Escala: 1: 75

Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:75	Planta: Planta de forma – Paredes de concreto	
		04/21

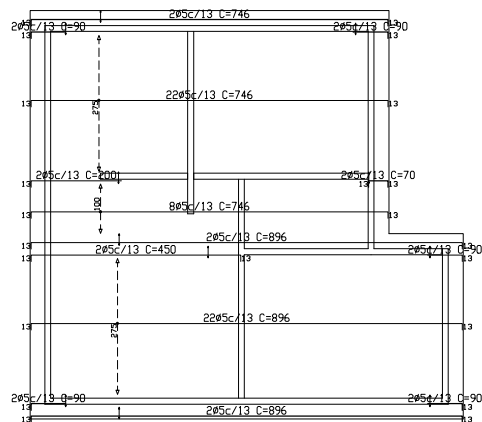


radier
Armadura longitudinal inferior
Concreto: C25, con. desfav.
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100

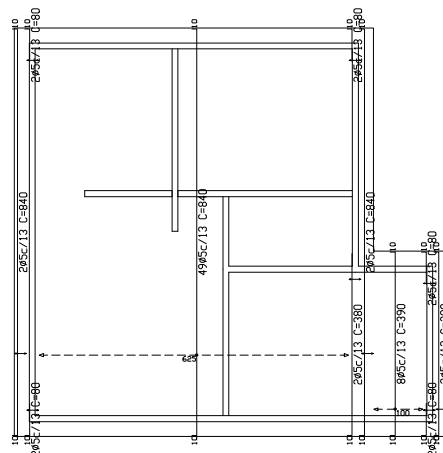
radier
Armadura longitudinal superior
Concreto: C25, con. desfav.
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100



radier
Armadura transversal superior
Concreto: C25, con. desfav.
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100



radier
Armadura transversal inferior
Concreto: C25, con. desfav.
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100



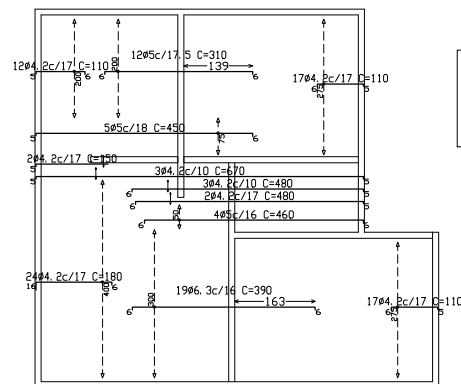
Resumo Aço Térreo	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura transversal superior CA-60	Ø5 504.4	87

Resumo Aço Térreo	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura transversal inferior CA-60	Ø5 499.8	86

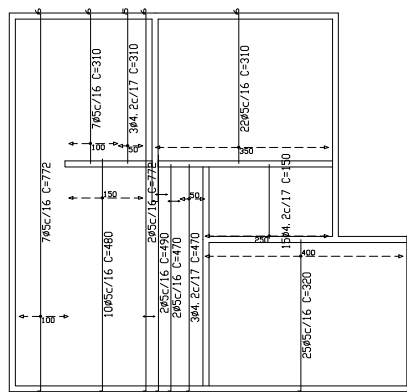
Resumo Aço Térreo	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal superior CA-60	Ø5 495.1	86

Resumo Aço Térreo	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal inferior CA-60	Ø5 491.4	85

Projeto: Trabalho de conclusão de curso	Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão	
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama	
Escala: 1:100	Planta: Armadura - Radier
	05/21



Laje maciça
Armadura longitudinal superior
Concreto: C25, em geral
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100



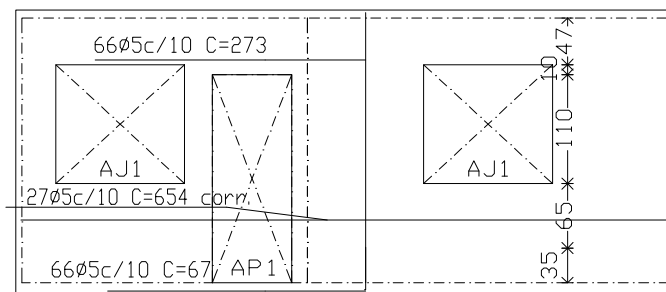
Laje maciça
Armadura transversal inferior
Concreto: C25, em geral
CA-50 e CA-60
Escala: 1:100

Resumo Aço Cobertura		Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Armadura longitudinal superior				
CA-50	Ø6.3	74.1	20	20
CA-60	Ø4.2	140.9	17	30
	Ø5	78.1	13	30
Total				50

Resumo Aço Cobertura		Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Armadura transversal inferior				
CA-60	Ø4.2	45.9	6	59
	Ø5	306.6	53	59

Projeto: Trabalho de conclusão de curso	Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão	
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama	
Escala: 1:100	Planta: Armadura – Laje maciça
	06/21

40 130 286 77 130 130 123



66Ø5c/10 C=273

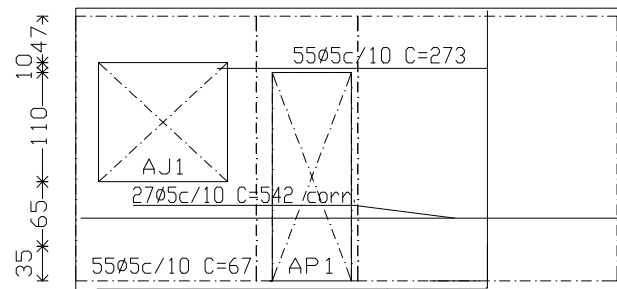
12cm

27Ø5c/10 C=654 corr.

66Ø5c/10 C=67

C1: Planta 1

23 130 45 75 5 274



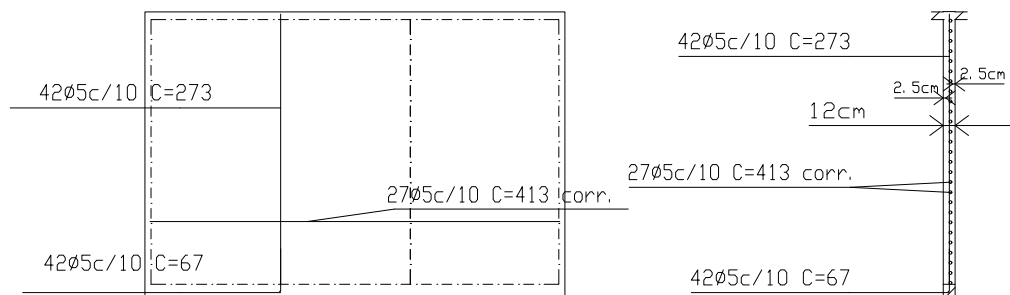
55Ø5c/10 C=273

12cm

27Ø5c/10 C=542 corr.

55Ø5c/10 C=67

C2: Planta 1



42Ø5c/10 C=273

12cm

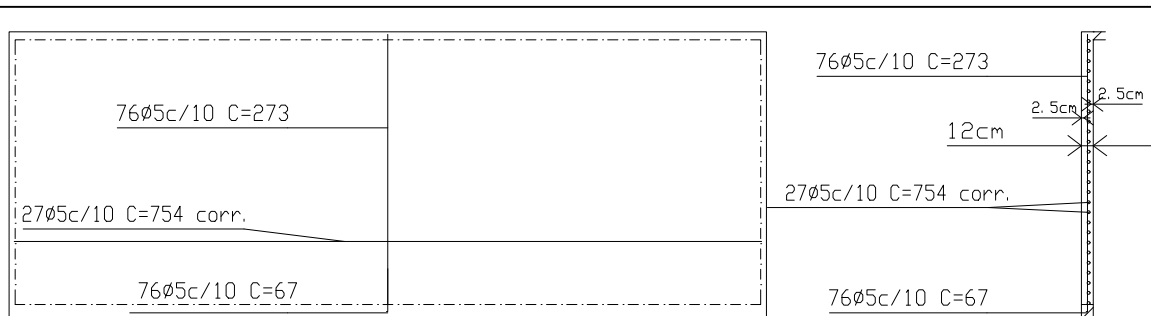
27Ø5c/10 C=413 corr.

42Ø5c/10 C=67

C3: Planta 1

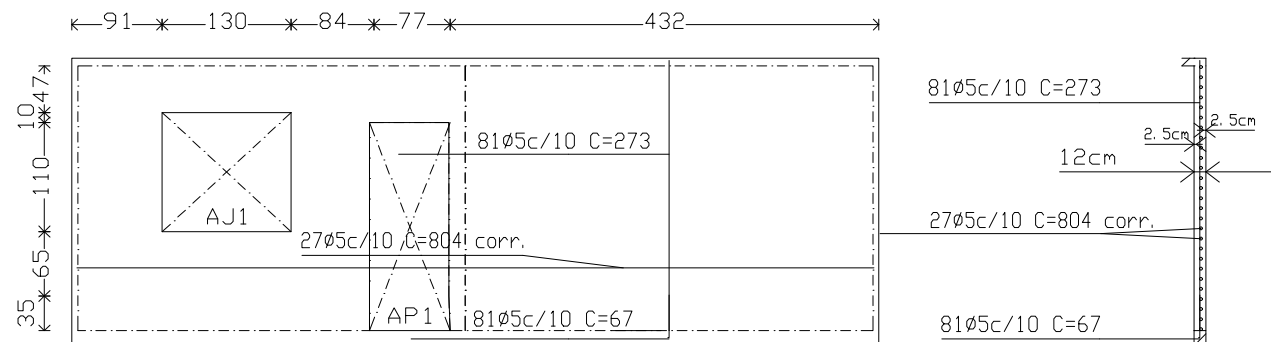
Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Reta (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-25 (kg)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)
C1	1	Ø5	66	20	47		67	4422			6.9
	2	Ø5	27		VAR.		VAR.	17658			27.7
	3	Ø5	66		273		273	18018			28.3
Total+10%											69.2
C2	4	Ø5	55	20	47		67	3685			5.8
	5	Ø5	27		VAR.		VAR.	14634			23.0
	6	Ø5	55		273		273	15015			23.6
Total+10%											57.6
C3	7	Ø5	42	20	47		67	2814			4.4
	8	Ø5	27		VAR.		VAR.	11151			17.5
	9	Ø5	42		273		273	11466			18.0
Total+10%											43.9
Ø5:									0.0	0.0	170.7
Total:									0.0	0.0	170.7

Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	07/21

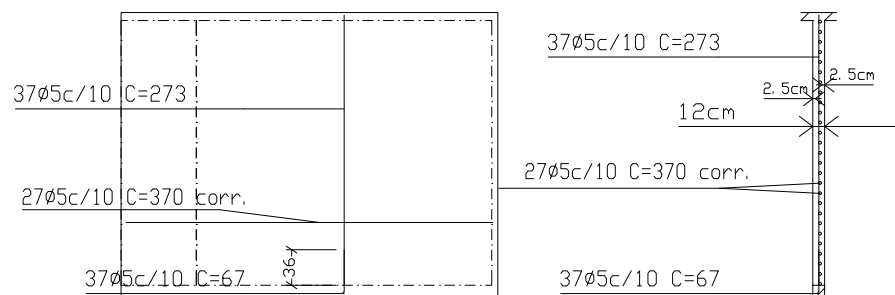


Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Reta (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-25 (kg)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)
C4	1	Ø5	81	20	47		67	5427			8.5
	2	Ø5	27		VAR.		VAR.	21708			34.1
	3	Ø5	81		273		273	22113			34.7
Total+10%											85.0
C6	4	Ø5	37	20	47		67	2479			3.9
	5	Ø5	27		VAR.		VAR.	9990			15.7
	6	Ø5	37		273		273	10101			15.9
Total+10%											39.1
C5	7	Ø5	76	20	47		67	5092			8.0
	8	Ø5	27		VAR.		VAR.	20358			32.0
	9	Ø5	76		273		273	20748			32.6
Total+10%											79.9
Ø5:									0.0	0.0	204.0
Total:									0.0	0.0	204.0

C5: Planta 1

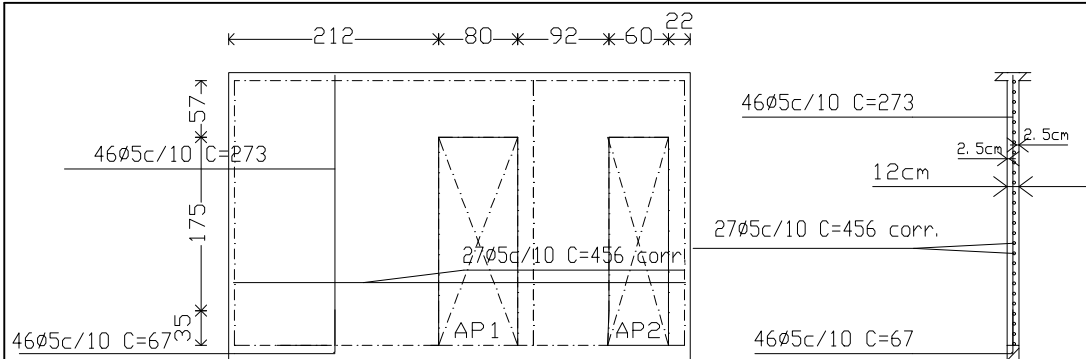


C4: Planta 1

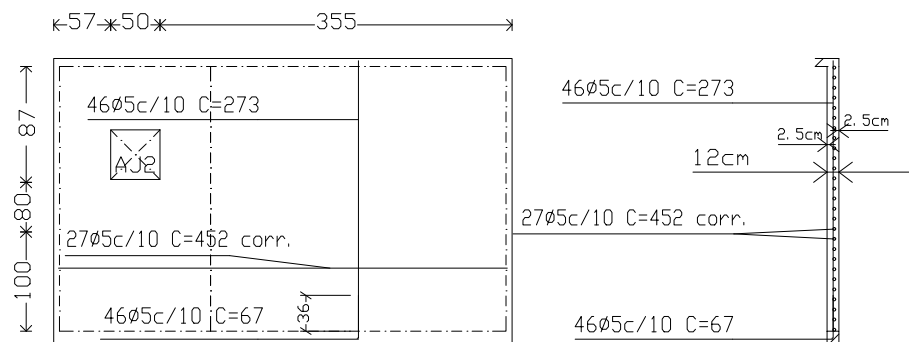


C6: Planta 1

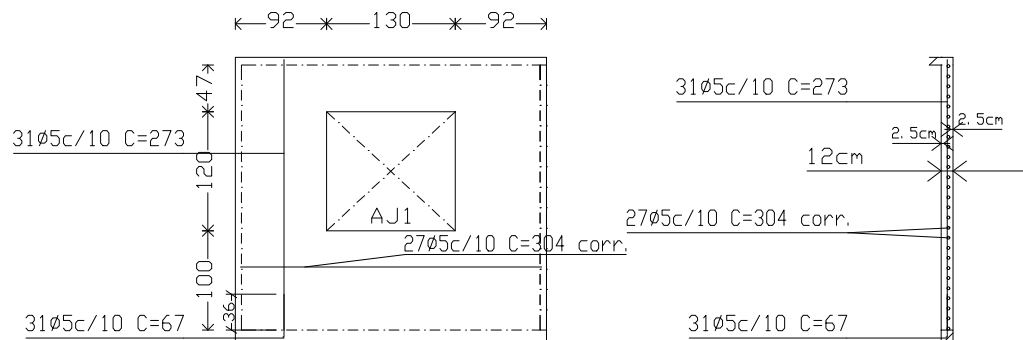
Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	Armadura – Paredes de concreto
			08/21



C7: Planta 1



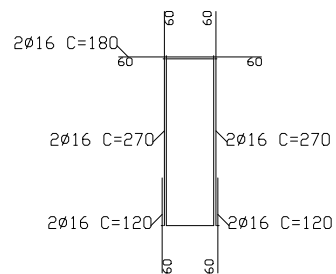
C8: Planta 1



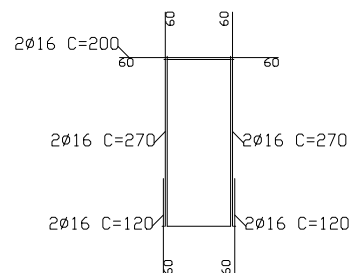
C9: Planta 1

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Reta (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-25 (kg)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)
C9	1	Ø5	31	20	47		67	2077			3.3
	2	Ø5	27		VAR.		VAR.	8208			12.9
	3	Ø5	31		273		273	8463			13.3
Total+10%											32.5
C7	4	Ø5	46	20	47		67	3082			4.8
	5	Ø5	27		VAR.		VAR.	12312			19.3
	6	Ø5	46		273		273	12558			19.7
Total+10%											48.2
C8	7	Ø5	46	20	47		67	3082			4.8
	8	Ø5	27		VAR.		VAR.	12204			19.2
	9	Ø5	46		273		273	12558			19.7
Total+10%											48.1
Ø5:									0.0	0.0	128.8
Total:									0.0	0.0	128.8

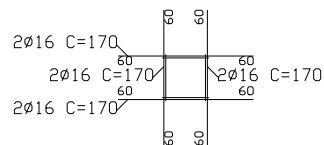
Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	Armadura – Paredes de concreto
			09/21



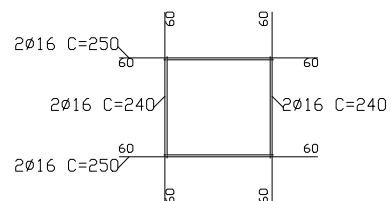
AP2



AP1 (x4)



AJ2

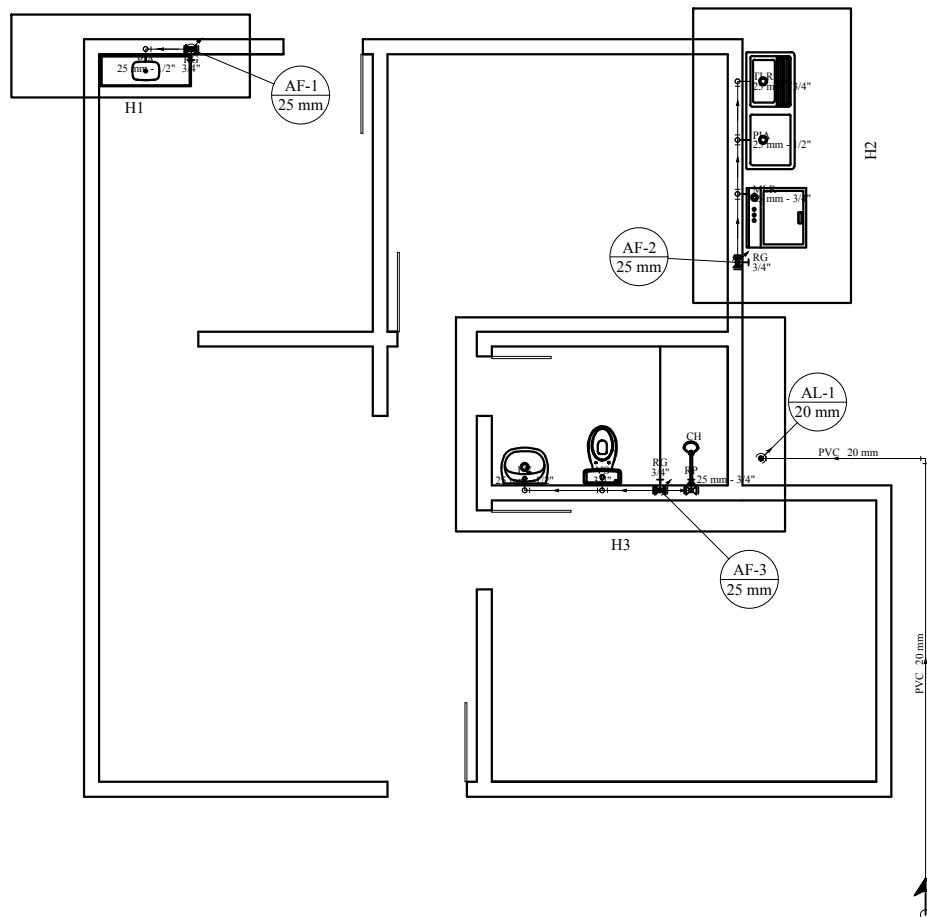


AJ1 (x5)

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Reta (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-25 (kg)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)
AP2	1	Ø16	2		180		180	360		5.7	
	2	Ø16	4		270		270	1080		17.0	
	3	Ø16	4		120		120	480		7.6	
Total+10%:										33.3	
AP1	4	Ø16	2		200		200	400		6.3	
	5	Ø16	4		270		270	1080		17.0	
	6	Ø16	4		120		120	480		7.6	
Total+10% (x4):										34.0	
Total+10%:										136.0	
AJ2	7	Ø16	8		170		170	1360		21.5	
	Total+10%:									23.7	
AJ1	8	Ø16	4		250		250	1000		15.8	
	9	Ø16	4		240		240	960		15.2	
	Total+10% (x5):									34.1	
Total+10%:										170.5	
Ø16:									0.0	363.5	0.0
Total:									0.0	363.5	0.0

Resumo Aço		Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Muros de concreto armado				
CA-50	Ø16	209.2	363	363
CA-60	Ø5	2914.2	503	503
Total				866

Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:50	Planta: Armadura de reforço – Paredes de concreto	10/21



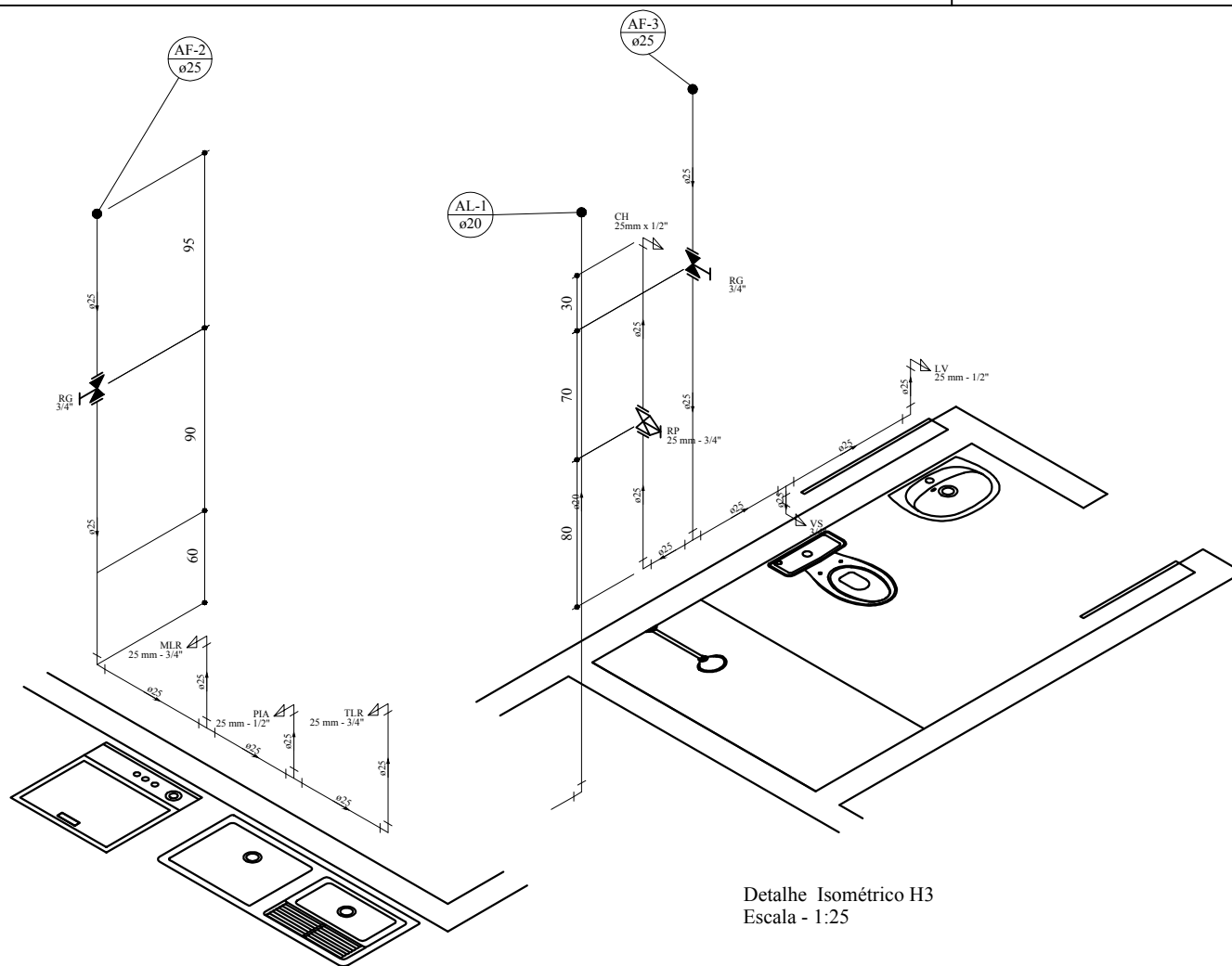
Planta baixa - Hidráulica
Escala - 1:50

Legenda das indicações	
CH	Chuveiro - 25mm x 1/2"
LV	Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
MLR	Máquina de lavar roupa com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
PIA	Pia de cozinha com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
RP	Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"
RG	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
TLR	Tanque de lavar com joelho de 90° - 25 mm - 3/4"
VS	Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"

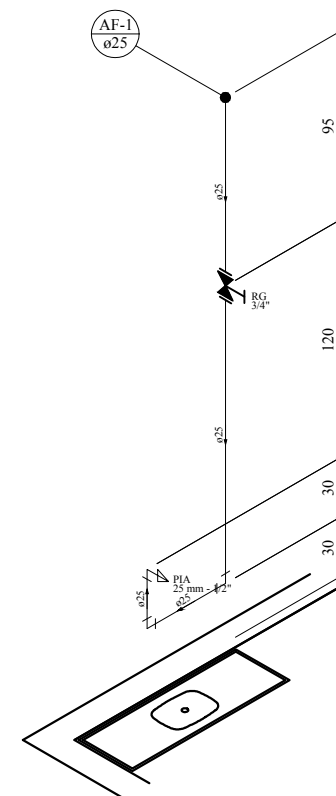
Legenda detalhada	
Alimentador Predial	
Ferro maleável classe 10	
Colar de tomada de F"i"	1 1/2"
Metais	
Registro de esfera	1 1/2"
PVC rígido roscável	
Curva 90 c/ rosca	1 1/2"
PVC rígido soldável	
Adapt sold curto c/bolsa-rosca p registro	50 mm - 1.1/2"
Registro de Pressão com PVC soldável	
Metais	
Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"
PVC misto soldável	
Luva soldável c/ rosca	25 mm - 3/4"
PVC rígido soldável	
Adapt sold curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"
Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável	
Metais	
Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"
PVC rígido soldável	
Adapt sold curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"

Lista de Materiais		
Aparelho		
Chuveiro		
25mm x 1/2"	1	pc
Máquina de Lavar Roupa		
25mm x 3/4"	1	pc
Torneira de Pia de Cozinha		
25 mm - 1/2"	2	pc
Torneira de Tanque de Lavar		
25mmx 3/4"	1	pc
Torneira de lavatório		
25 mm - 1/2"	1	pc
Vaso Sanitário c/ cx. acoplada		
1/2"	1	pc
Metais		
Registro de esfera		
1 1/2"	1	pc
Registro de gaveta c/ canopla cromada		
3/4"	3	pc
Registro de pressão c/ canopla cromada		
3/4"	1	pc
PVC Acessórios		
Bolsa de ligação p/ vaso sanitário		
1.1/2"	1	pc
Engate flexível cobre cromado com canopla		
1/2 - 30cm	1	pc
Engate flexível plástico		
1/2 - 30cm	1	pc
PVC misto soldável		
Joelho de redução soldável c/ rosca		
25 mm - 1/2"	1	pc
Luva soldável c/ rosca		
25 mm - 3/4"	2	pc
PVC rígido roscável		
Curva 90 c/ rosca		
1.1/2"	1	pc
PVC rígido soldável		
Adapt sold curto c/bolsa-rosca p registro		
25 mm - 3/4"	8	pc
50 mm - 1.1/2"	1	pc
Joelho 90° soldável		
20 mm	2	pc
25 mm	6	pc
Luva soldável		
20 mm	1	pc
25 mm	3	pc
Tubos		
20 mm	8.79	m
25 mm	29.42	m
Tê 90 soldável		
25 mm	4	pc
PVC soldável azul c/ bucha latão		
Joelho 90° soldável com bucha de latão		
25 mm - 3/4"	2	pc
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão		
25 mm - 1/2"	4	pc

Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	Instalação Hidráulica – Água fria
			11/21



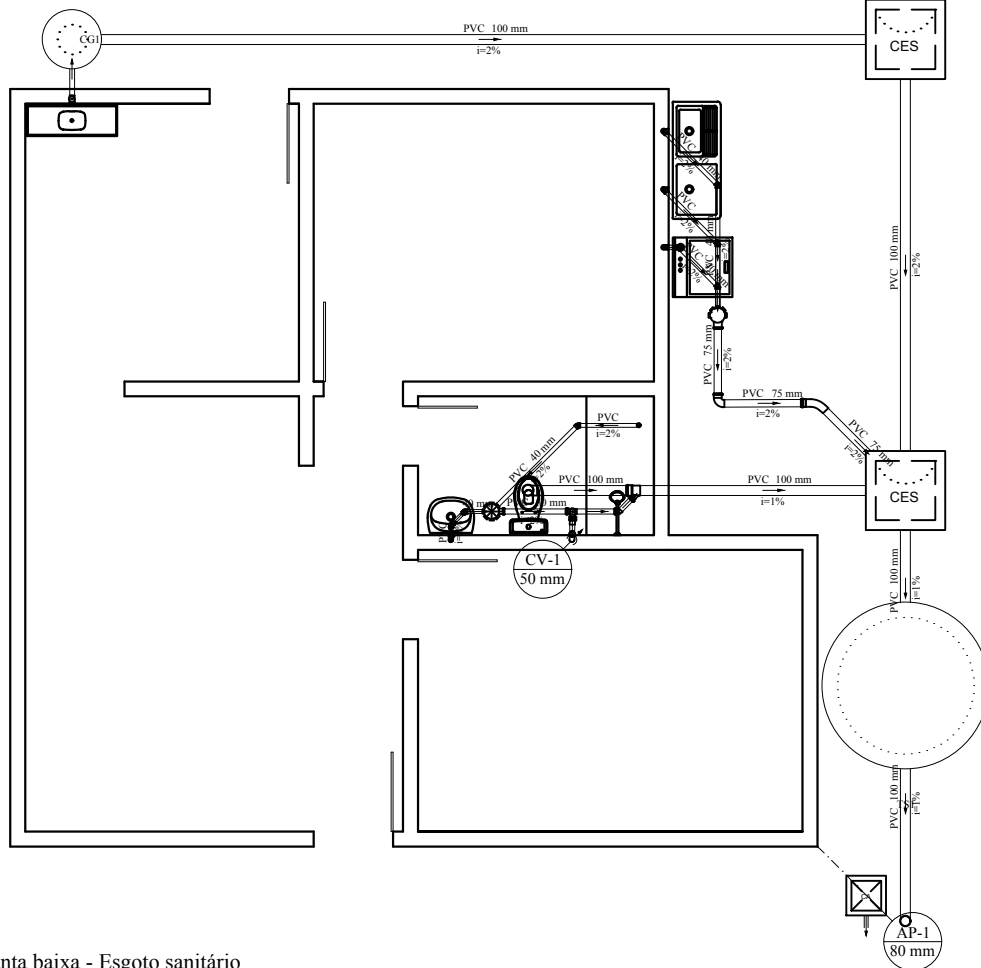
Detalhe Isométrico H3
Escala - 1:25



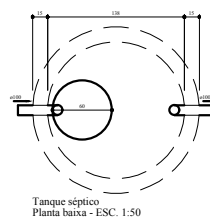
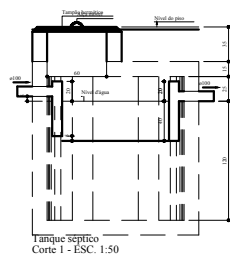
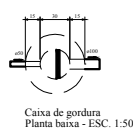
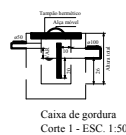
Detalhe Isométrico H1
Escala - 1:25

Detalhe Isométrico H2
Escala - 1:25

Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:25	Planta: Detalhes isometricos - Água fria	12/21



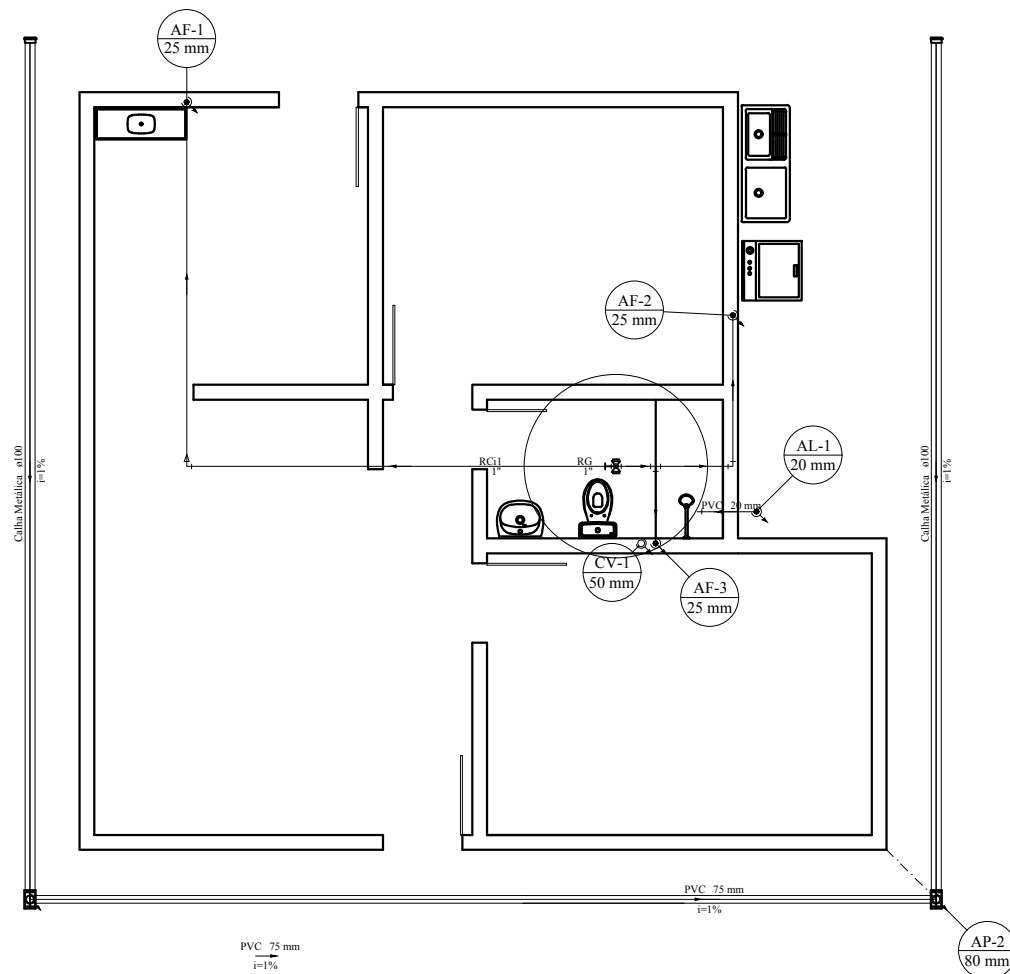
Planta baixa - Esgoto sanitário
Escala - 1:50



Legenda	
	Caixa Sifonada
	Caixa de areia pluvial simples
	Caixas Inspeção Esgoto Sifonada
	Chuveiro Residencial
	Curva 45 Longa para Esgoto Sanitário
	Curva 45 Longa para Esgoto Sanitário - sobre
	Curva 90 curta
	Joelho 45
	Joelho 90- coluna
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Lavatório de Uso Geral
	Máquina de Lavar Roupas- DN 40mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Prolongamento p/ caixa sifonada
	Ramais de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Vaso Sanitário c/ curva 90°

Lista de Materiais	
Caixas de Passagem	
Caixa de areia pluvial sem grelha	
CA - 60x60cm	1 pc
Caixa de inspeção de esgoto sifonada	
CES - 60x60 cm	2 pc
PVC Acessórios	
Caixa sifonada	
150x150x50	2 pc
150x185x75	1 pc
Ralo sifonado alt. reg. saída 40	
100 mm - 40 mm	2 pc
Sifão de copo p/ pia e lavatório	
1" - 1.1/2"	3 pc
1" - 2"	1 pc
Sifão flexível c/ Adaptador	
1.1/2" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ lavatório e tanque	
1"	3 pc
Válvula p/ pia	
1"	1 pc
Válvula p/ tanque	
1 1/2"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 45 longa	
50 mm	1 pc
75 mm	1 pc
Curva 90 curta	
100 mm	2 pc
40 mm	8 pc
75 mm	1 pc
Joelho 45	
40 mm	7 pc
50 mm	1 pc
Joelho 90	
50 mm	3 pc
75 mm	2 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	
40 mm - 1.1/2"	6 pc
Junção simples	
100 mm - 50 mm	1 pc
Prolongamento p/ caixa sifonada	
100x150	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola	
50 mm - 2"	0.17 m
Tubo rígido c/ ponta lisa	
100 mm - 4"	42.86 m
40 mm	16.63 m
50 mm - 2"	4.24 m
75 mm - 3"	11.57 m
Tê sanitário	
50 mm - 50 mm	1 pc
Unidades de tratamento	
Alça	
Ferro	2 pc
Argamassa	0.23 m³
Concreto	0.78 m³
Tampa	
Hermética	1 pc
Tijolo	
Maciço	1 pc

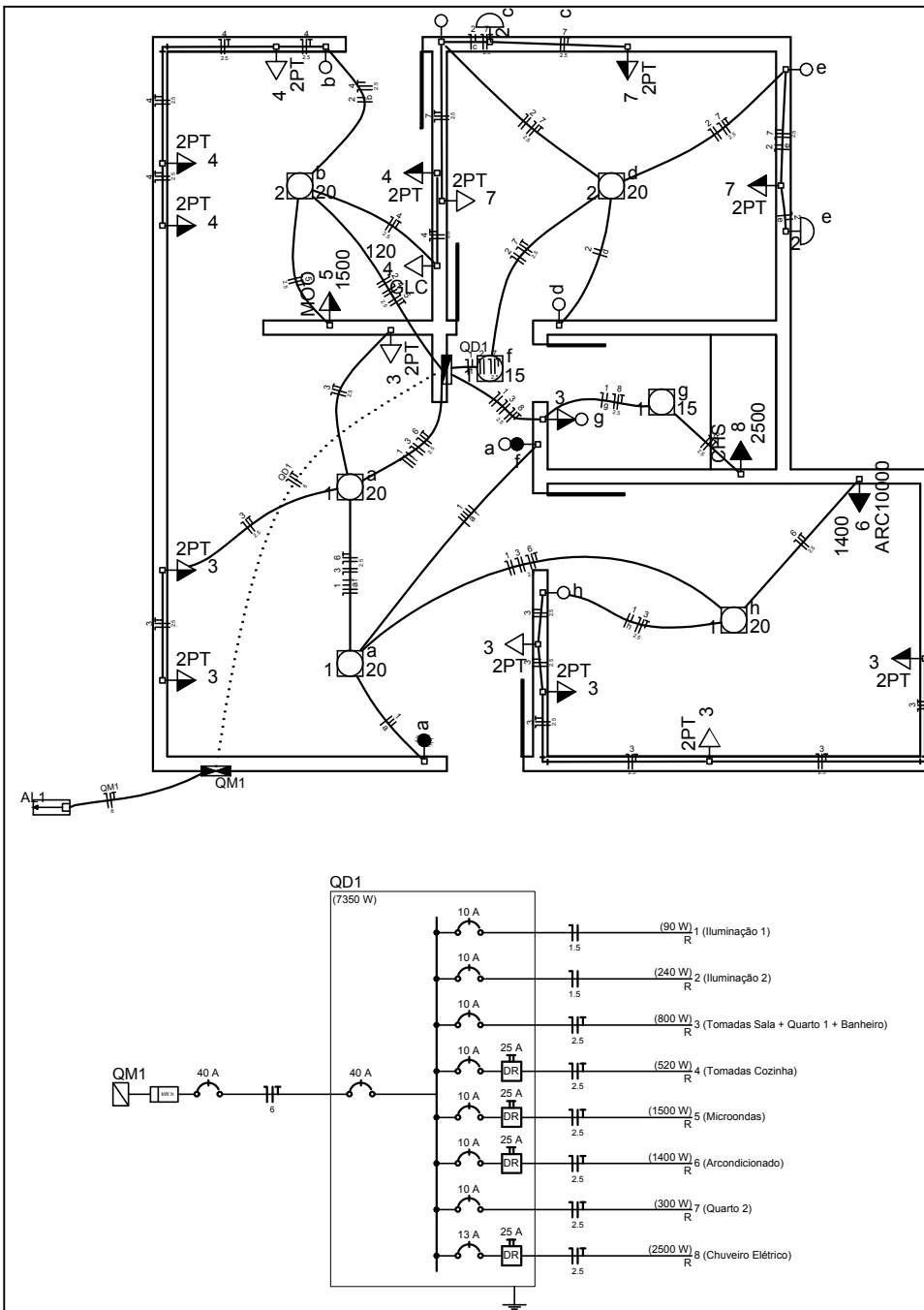
Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	Hidráulica - Esgoto sanitário
			13/21



Planta baixa - Hidrossanitária e Pluvial (Cobertura)
Escala - 1:50

Legenda	
	Caixa Sifonada
	Caixa de areia pluvial simples
	Caixas Inspeção Esgoto Sifonada
	Chuveiro Residencial
	Curva 45 Longa para Esgoto Sanitário
	Curva 45 Longa para Esgoto Sanitário- sobe
	Curva 90 curta
	Joelho 45
	Joelho 90- coluna
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Lavatório de Uso Geral
	Máquina de Lavar Roupas- DN 40mm
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Prolongamento p/ caixa sifonada
	Ramais de Ventilação
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm
	Vaso Sanitário c/ curva 90°

Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:50	Planta:	Hidrossanitário - Cobertura
			14/21



Legenda das indicações

CHS	Tomada - uso específico - Chuveiro simples
ARC10000	Tomada - uso específico - Condicionador de ar 10000BTU
MOO	Tomada - uso específico - Forno microondas
GLC	Tomada - uso específico - Geladeira comum
2PT	Tomada retangular - 2P+T 10A - média

Legenda

1	1 teca simples & 1 tomada 2P+T - 1,10m do piso
2	Caixa de medição embutir a 1,60m do piso
3	Entrada de serviço aérea
4	Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
5	Interruptor paralelo 1 teca - 1,10m do piso
6	Interruptor simples 1 teca - 1,10m do piso
7	Luminária p/ lâmp. incand. comum - parede
8	Luminária spot p/ floor, compacta of reator - sobrepor
9	Ponto 2P+T a 2,20m do piso
10	Quadro de distribuição - embutir a 1,50m do piso
11	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 10 A a 0,30m do piso
12	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 20 A a 1,10m do piso
13	Tomada hexagonal (NBR 14136) - 2P+T 20 A a 2,20m do piso
14	Tomada universal 2P+T a 0,30m do piso
15	Tomada universal 2P+T a 1,10m do piso

Quadro de Cargas (AI 1)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	V (V)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm²)	IC (A)	Disj (A)
QM1		F+N+T	B1	220 V	8272	7350	R	7350	35,7	35,7	6	41,0	50,0
TOTAL					8272	7350							

Quadro de Cargas (QM1)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	V (V)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm²)	IC (A)	Disj (A)
QD1		F+N+T	B1	220 V	8272	7350	R	7350	35,7	35,7	6	41,0	40,0
TOTAL					8272	7350							

Quadro de Demanda (QD1)

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Iluminação e TUG a (Casas e Apartamentos)	1,69	75	1,27
Uso específico	100	6,58	6,58
TOTAL			7,85

Quadro de Cargas (QD1)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	V (V)	Iluminação (W)	Tomadas (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm²)	IC (A)	Disj (A)
1	Iluminação 1	F+N	B1	220 V	15	20	100	100	120	1400	1500	2500	20	20	20
2	Iluminação 2	F+N	B1	220 V	2	2	240	240	240	240	1,0	1,1	1,5	17,5	16,0
3	Tomadas Sala + Quarto 1 + Banheiro	F+N+T	B1	220 V	8	8	800	800	800	800	0,5	0,5	1,5	17,5	16,0
4	Tomadas Cozinha	F+N+T	B1	220 V	4	4	850	850	850	850	3,0	3,0	2,5	24,0	10,0
5	Microondas	F+N+T	B1	220 V	1	1	1875	1875	1875	1875	6,5	6,5	2,5	24,0	16,0
6	Ar condicionado	F+N+T	B1	220 V	3	3	1558	1558	1558	1558	7,1	7,1	2,5	24,0	16,0
7	Quarto 2	F+N+T	B1	220 V	1	1	375	375	375	375	1,7	1,7	2,5	24,0	16,0
8	Chuveiro Elétrico	F+N+T	B1	220 V	2	2	2500	2500	2500	2500	11,4	11,4	2,5	24,0	13,0
TOTAL					2	2	8272	7350	7350	7350					

Lista de Materiais

Acessórios e conexões	
Arandela zamak	2 pçs
3/4"	5 pçs
Bucha zamak	2 pçs
3/4"	5 pçs
Caixa PVC	26 pçs
4x2"	9 pçs
Caixa PVC octogonal	1 pçs
3x3"	1 pçs
Curva 180° PVC rosca	1 pçs
3/4"	1 pçs
Curva 45° PVC rosca	1 pçs
2"	1 pçs
Curva 90° PVC longa rosca	1 pçs
3/4"	1 pçs
Linha PVC rosca	1 pçs
1 1/4"	1 pçs
2"	5 pçs
3/4"	5 pçs
Cabo Unipolar (cobre)	
Isol. PVC - 450/750V (ref. Pirelli - Plastric Flexivert)	
1,5 mm²	140,50 m
2,5 mm²	318,90 m
6 mm²	34,90 m
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4"	1 pçs
Interruptor paralelo - 1 teca	1 pçs
Interruptor simples & paralelo - 2 tecas separadas	1 pçs
Interruptor simples - 1 teca	5 pçs
Placa cega	1 pçs
Placa p/ 1 função	14 pçs
Placa p/ 2 funções retangulares	1 pçs
SI placa	1 pçs
Interruptor 1 teca simples e tomada 2P+T	1 pçs
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	1 pçs
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	2 pçs
Tomada universal retangular 2P+T 10A	14 pçs
Dispositivo de Proteção	
Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN	
10 A	7 pçs
13 A	1 pçs
40 A	1 pçs
50 A	1 pçs
Interruptor bipolar DR (base/neutral - in 30mA) - DIN	4 pçs
25 A	4 pçs
Embutido PVC Isolante	
3/4"	117,80 m
Embutido PVC rosca	
3/4"	3,00 m
Luminária e acessórios	
Arandela	2 pçs
100 W	2 pçs
Plafonier	4"
Soquete	2 pçs
base E 27	9 pçs
Spot	1 compacta
L compacta	7 pçs
Lâmpada Incandescente	
Uso geral	2 pçs
100 W	2 pçs
Lâmpada Fluorescente	
Compacta reator integrado	2 pçs
15 W	5 pçs
20 W	5 pçs
Material p/ entrada serviço	
Caixa de alumínio para poste	3 pçs
L=18mm, C=1,0m	
Haste de aterramento apicalore	2 pçs
D=15mm, comprimento 2,4m	
Isolador rolante 600V	2 pçs
Porcelana vidrada	1 pçs
Parafuso aço galvanizado cabeça quadr.	1 pçs
Rosca M16x2, compr. 150mm	1 pçs
Poste concreto armado	1 pçs
Comprimento 6,0m	
Quadro de medição - ELÉTRICO/PAULO	
Edifício de uso coletivo - embutir	1 pçs
Caixa Tipo K - 2 medidores	
Quadro distrib. elétrico - embutir	
Barr. monof. - DIN (Ref. Hager)	1 pçs
Cabo 24 disj. unip. - In Pente 100A	

Projeto: Trabalho de conclusão de curso

Local: Universidade Estadual do Maranhão

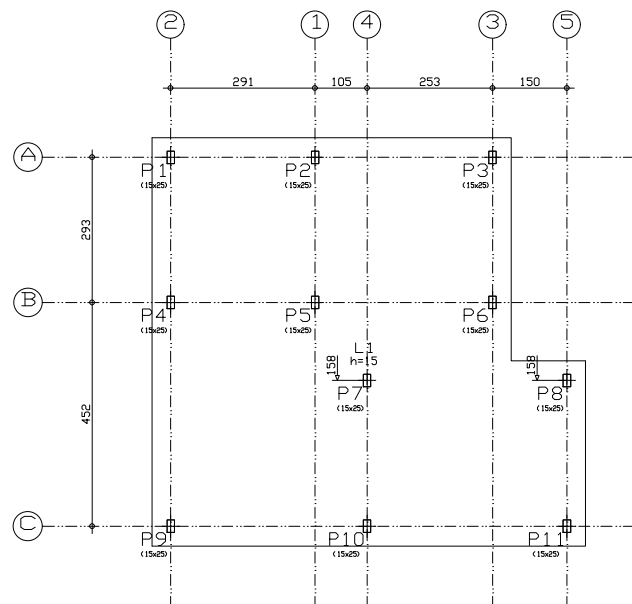
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama

Escala: 1:50

Planta: Instalação Elétrica

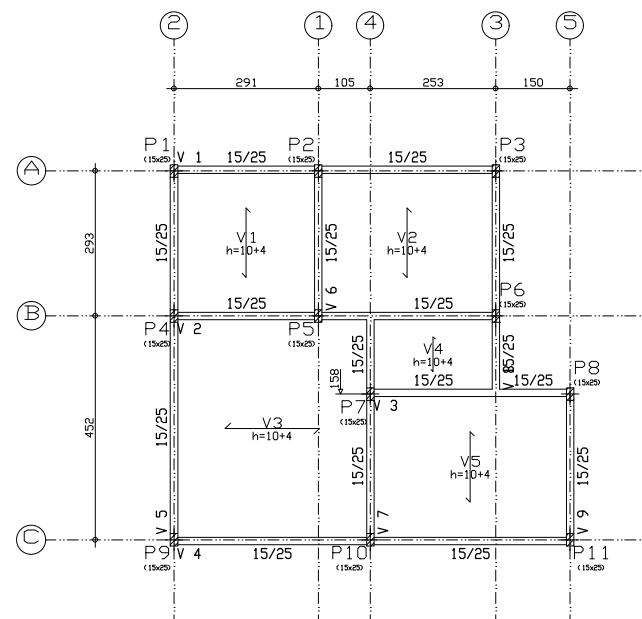
Data: 16/12/2016

15/21



Térreo
Piso
Escala: 1:100

Radier - Superfície total: 65,28 m ²			
Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	64,86	9,73	362
Vigas fundo	0,01		
Forma lateral	5,09		
Total	69,96	9,73	362
Índices (por m ²)	1,072	0,149	5,55

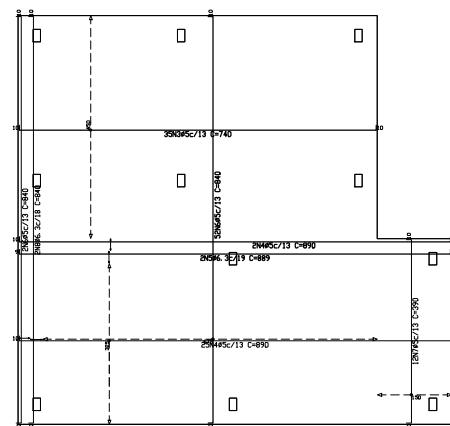


Cobertura
Piso
Mf: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kgf x m/m)
Vi: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kgf/m)
Escala: 1:100

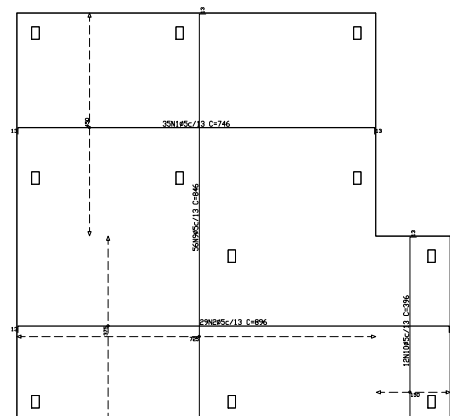
Cobertura - Superfície total: 55,47 m ²			
Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	48,40	3,08	31
Vigas fundo	6,66	1,82	108
Forma lateral	13,77		
Pilares (Sup. Formas)	22,00	0,99	144
Total	90,83	5,89	283
Índices (por m ²)	1,637	0,106	5,10

Tabela de características de lajes de vigotas (Grupo 1)
LAJE DE VIGOTAS DE CONCRETO
Altura do bloco/moldar: 10 cm
Espessura camada de compressão: 4 cm
Entre-eixos: 45 cm
Bloco/Moldar: lajota cerâmica
Largura da nervura: 8 cm
Volume de concreto: 0,064 m³/m²
Peso próprio: 0,159 t/m²
Nota: Consulte os detalhes referentes a uniões com lajes da estrutura principal e das zonas maciças.

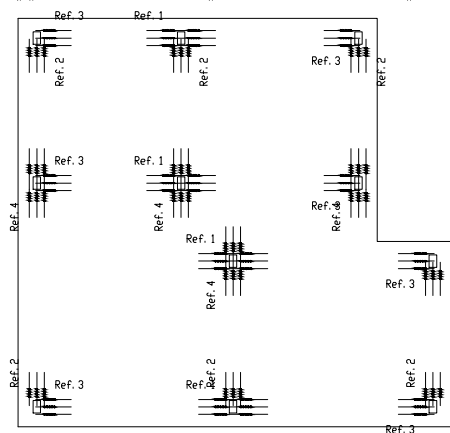
Projeto: Trabalho de conclusão de curso	Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão	
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama	
Escala: 1:100	Planta: Formas - Alvenaria Convencional
	16/21



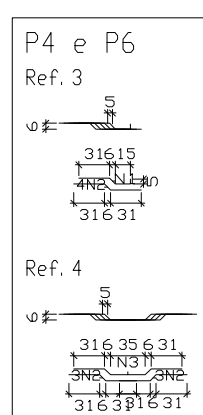
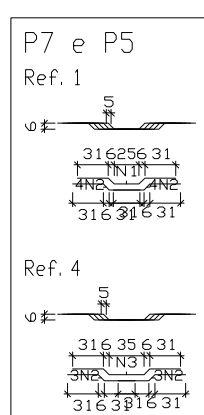
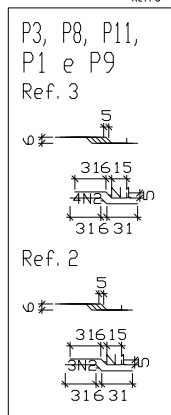
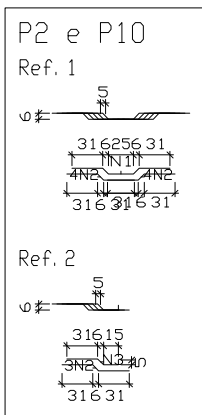
Radier
Armadura transversal
Concreto C25, em geral
CA-50 e CA-60
Escala 1:100



Radier
Armadura longitudinal
Concreto C25, em geral
CA-50 e CA-60
Escala 1:100



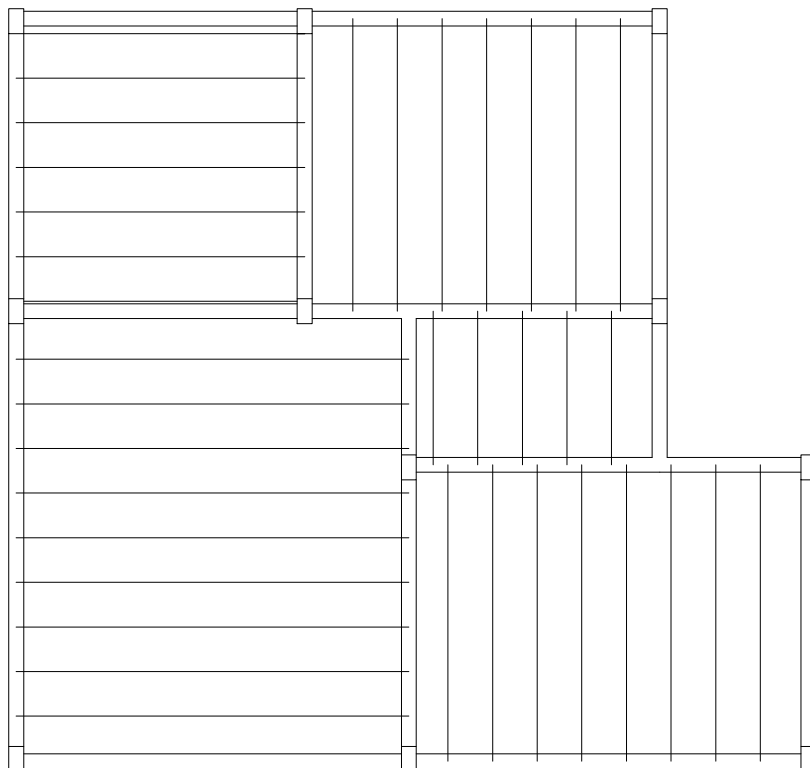
Reforços de punção
Térreo
Escala da planta: 1:100
Escala para os pormenores: 1:50



Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Do	Reta	Do	Comp.	Tota	CA-50	CA-60
Armadura longitudinal superior	1	ø5	35	13	780	13	746	26110	41.0	
	2	ø5	29	13	870	13	896	25984	40.9	
Total+100%									86.2	
Armadura longitudinal inferior	3	ø5	35	10	720	10	740	25900	40.7	
	4	ø5	27	10	870	10	890	24030	37.7	
	5	ø6.3	2	9	870	10	889	1778	4.4	
Total+100%									86.2	
Armadura transversal inferior	6	ø5	54	10	820	10	840	45360	71.2	
	7	ø5	12	10	370	10	390	4680	7.3	
	8	ø6.3	2	10	820	10	840	1680	4.1	
Total+100%									86.4	
Armadura transversal superior	9	ø5	56	13	820	13	846	47376	74.4	
	10	ø5	12	13	370	13	396	4752	7.5	
Total+100%									90.1	
									ø5:	0.0
									ø6.3:	9.3
									Total:	9.3

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Esquema	Comp.	Tota	CA-50	CA-60
P2=P10	1	ø4.2	3		95	285	0.3	
	2	ø4.2	33		71	2343	2.6	
	3	ø4.2	3		55	165	0.2	
Total+100%							3.4	
P3=P8=P11=P9=P1	1	ø4.2	6		55	330	0.4	
	2	ø4.2	21		71	1491	1.6	
Total+100%							2.2	
P7=P5	1	ø4.2	3		95	285	0.3	
	2	ø4.2	42		71	2982	3.3	
	3	ø4.2	3		105	315	0.3	
Total+100%							4.3	
P4=P6	1	ø4.2	3		55	165	0.2	
	2	ø4.2	30		71	2130	2.3	
	3	ø4.2	3		105	315	0.3	
Total+100%							3.1	
							ø4.2:	0.0
							Total:	0.0

Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:100	Planta:	Armadura – Radier Alvenaria convencional
			17/21



Laje de vigotas
Armadura transversal inferior
Concreto: C25, em geral
Escala: 1:50

Projeto:	Trabalho de conclusão de curso	Data:	16/12/2016
Local:	Universidade Estadual do Maranhão		
Autor:	Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala:	1:100	Planta:	Laje de vigotas – Alvenaria convencional
			18/21

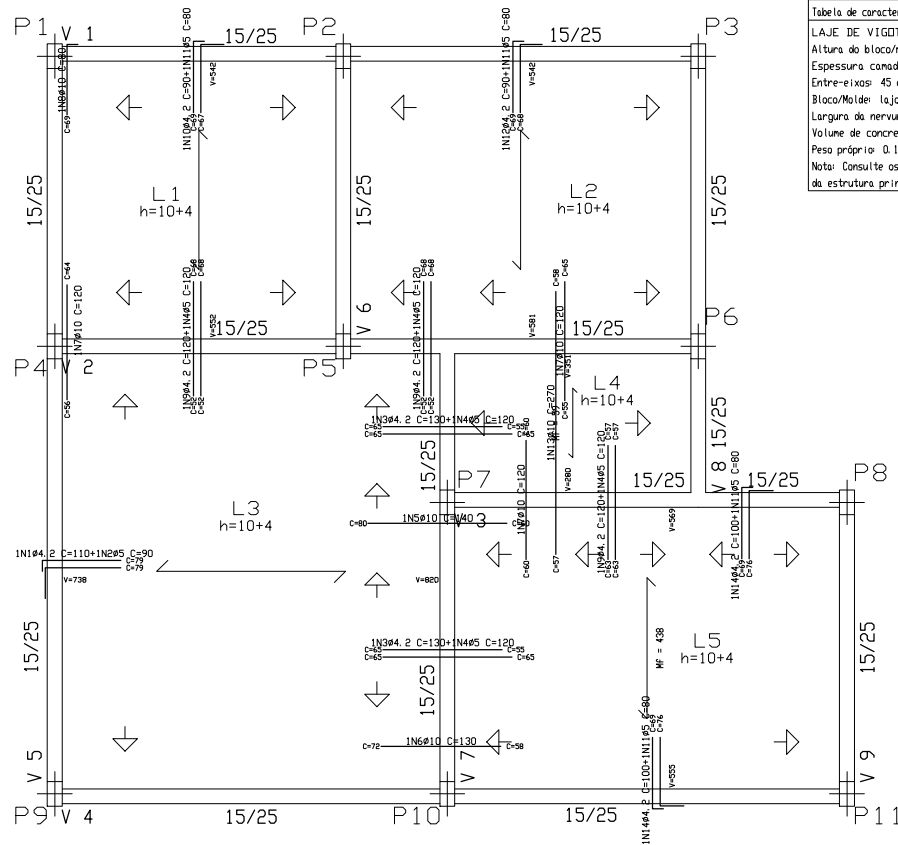


Tabela de características de lajes de vigotas (Grupo I)									
LAJE DE VIGOTAS DE CONCRETO									
Altura do bloco/moldo: 10 cm									
Espessura camada de compressão: 4 cm									
Entre-eixos: 45 cm									
Bloco/Moldo: lajota cerâmica									
Largura da nervura: 8 cm									
Volume de concreto: 0.064 m³/m²									
Peso próprio: 0.159 t/m²									
Nota: Consulte os detalhes referentes a uniões com lajes da estrutura principal e das zonas maciças.									

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Reta (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)
Formas	1	Ø4.2	9	31	79		110	990		1.1
	2	Ø5	9	11	79		90	810		1.3
	3	Ø4.2	6		130		130	780		0.9
	4	Ø5	16		120		120	1920		3.0
	5	Ø10	2		140		140	280	1.7	
	6	Ø10	1		130		130	130	0.8	
	7	Ø10	8		120		120	960	5.9	
	8	Ø10	1	11	69		80	80	0.5	
	9	Ø4.2	10		120		120	1200		1.3
	10	Ø4.2	5	23	67		90	450		0.5
	11	Ø5	23	11	69		80	1840		2.9
	12	Ø4.2	7	22	68		90	630		0.7
	13	Ø10	5		270		270	1350	8.3	
	14	Ø4.2	11	24	76		100	1100		1.2
Total+10%									18.9	14.2
									Ø4.2:	0.0
									Ø5:	0.0
									Ø10:	18.9
									Total:	18.9
										14.2

Resumo Aço Cobertura Formas	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø10	28.0	19	19
CA-60 Ø4.2	51.5	6	
Ø5	45.7	8	14
Total			33

Cobertura
Formas
Concreto: C25, em geral
CA-50 e CA-60
MF: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kgf x m/m)
V: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kgf/m)
Escala: 1:50

Projeto: Trabalho de conclusão de curso	Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão	
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama	
Escala: 1:100	Planta: planta baixa
	19/21

Projeto: Trabalho de conclusão de curso		Data: 16/12/2016
Local: Universidade Estadual do Maranhão		
Autor: Gilberto Tavares Lima Gama		
Escala: 1:50	Planta: Vigas – Alvenaria Convencional	21/21