

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Daiane Ferreira Prestes Neu

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO
ARMADO - UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS APLICADOS EM OBRAS RESIDENCIAIS**

Santa Cruz do Sul

2014

Daiane Ferreira Prestes Neu

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO
ARMADO - UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS APLICADOS EM OBRAS RESIDENCIAIS**

Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade de Santa Cruz do Sul, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Marco A. Pozzobon Ms. Eng^o

Santa Cruz do Sul

2014

Daiane Ferreira Prestes Neu

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO
ARMADO - UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS APLICADOS EM OBRAS RESIDENCIAIS**

Trabalho de graduação apresentado ao curso de
Engenharia Civil, da Universidade de Santa
Cruz do Sul, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

M. Sc Marco Antonio Pozzobon
Professor Orientador – UNISC

Rosi Cristina Espindola da Silveira
Professor examinador – UNISC

M. Sc. Henrique Wild Stangarlin
Professor examinador – UNISC

Santa Cruz do Sul

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que nos protege e transmite toda paz para podermos seguir em frente, lutando e alcançando todos nossos objetivos com perseverança.

Agradeço ao meu companheiro Jonatan, que esteve sempre ao meu lado, dando-me força e incentivo em todos os momentos.

Agradeço a minha mãe Cleci, que amarei eternamente, apesar de não estar mais presente neste mundo, que sempre foi uma mãe dedicada, amorosa, e com certeza se estivesse presente hoje, seria a pessoa mais orgulhosa.

Agradeço a minha avó amada Arcelina, que sempre me apoiou em todas minhas decisões, e sempre fez o papel de mãe maravilhosamente.

Agradeço a minha irmã Daniele, por sempre estar pronta para me ajudar e apoiar em todos os momentos.

Agradeço as minhas tias Ieda e Ledi, que minimizaram a ausência da minha mãe, dando-me apoio em tudo.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma na minha formação acadêmica e profissional: aos professores, aos colegas de aula e de trabalho e aos profissionais da construção civil, em especial ao professor orientador Marco Antonio Pozzobon, que com dedicação e atenção me orientou e auxiliou na busca de informações e no esclarecimento de dúvidas.

Enfim, chego ao fim dessa jornada, feliz e realizada pela conquista, onde todo esforço foi válido para meu crescimento profissional. Vou levar para toda vida cada amizade conquistada e cada conhecimento agregado.

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso ou pessoas fracassadas. O que existe são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.”

(Augusto Cury)

RESUMO

Na construção civil existem diferentes sistemas que possuem metodologias distintas e conseqüentemente resultados diferentes. Foi abordado um conjunto de etapas nesses sistemas, principalmente os de *concreto armado* e *alvenaria estrutural*, onde cada um possui uma forma de ser aplicada dentro das instalações elétricas e hidrossanitárias. O objetivo deste estudo é de comparar as formas distintas de serem aplicadas em uma obra e analisar seus gastos com mão-deobra, tempo e desperdício de material. Cabe ressaltar que na história da engenharia civil brasileira o concreto armado se adaptou a todas as necessidades econômicas e estruturais necessárias, e na atualidade isso está mudando novamente para atender às demandas ambientais. Dessa forma, ele vem lutando para permanecer no mercado, pois outros sistemas como a alvenaria estrutural se encontra ocupando espaço na construção civil. Conforme Santos (2014), na história da construção civil brasileira há relatos de que na década de 1960 surgiram os primeiros prédios em alvenaria estrutural. A tecnologia intensificou-se no início de 1970 e depois recrudescceu, mas a partir de 2009 quando foi lançado o programa “Minha Casa Minha Vida”, do Governo Federal Brasileiro, que praticamente se transformou no sistema construtivo oficial do projeto, e aos poucos os profissionais da área de engenharia civil se renderam a essa nova prática de construção. Diferente do método convencional, muitos tinham receio em seu emprego, principalmente na insegurança em relação à forma construtiva. Sendo isso um grande equívoco, pois ele é seguro e prático. Por fim foram analisados os dois sistemas e verificou-se que no sistema de alvenaria estrutural existe um planejamento, o que destaca este sistema do outro, por ser mais organizado finalizando as etapas com mais praticidade, rapidez e menos desperdícios. Somente em relação aos custos dos materiais e da mão de obra não foi possível mensurar valores, por não haver exatidão nos dados recebidos.

Palavras chaves: concreto armado; alvenaria estrutural; subsistemas de instalações.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desperdício de material e rasgo na alvenaria.....	20
Figura 2 - Tubulações de esgoto e água quente na parede.....	21
Figura 3 - Diferenças dos sistemas.....	21
Figura 4 - Características das alvenarias de vedação tradicional e racionalizada.....	22
Figura 5 - Pontos de instalações elétricas no sistema tradicional.....	23
Figura 6 - Instalação elétrica na alvenaria estrutural.....	24
Figura 7 - Demonstração do projeto com os pontos elétricos	25
Figura 8 - Passagem elétrica e detalhe de bengalas.....	25
Figura 9 - Planta e locação das instalações no pavimento	28
Figura 10 - Blocos de concreto com caixas elétricas já prontas.....	28
Figura 11 - Tubulações elétricas já nos blocos de concreto.....	29
Figura 12 - Blocos de concreto da Linha 40 – A e B.....	29
Figura 13 - Blocos de concreto da Linha 30 – A e B.....	29
Figura 14 - Etapas das instalações das caixas elétricas.....	30
Figura 15 - Detalhe do bloco chaminé usado para a transposição da laje pelas prumadas.....	31
Figura 16 - Detalhe do bloco perfurado para dar passagem ao eletroduto.....	32
Figura 17 - Bloco Hidráulico.....	34
Figura 18 - Shaft Hidráulico.....	35
Figura 19 - Enchimento em pia de cozinha.....	35
Figura 20 - Sanca.....	36
Figura 21 - Projeto Renderizado da Obra Condomínio Solar D'Itália.....	39
Figura 22 - Fachada do Residencial Parque Independência.....	39
Figura 23 - Visualização das etapas construtivas do sistema elétrico obra 1.....	42
Figura 24 - Colocação de enfição na obra 1.....	43
Figura 25 - Enfição utilizado e seu respectivo resíduo da obra 1.....	44
Figura 26 - Visualização das marcações na parede dos pontos elétricos da obra 2.....	45
Figura 27 - Visualização dos cortes na parede dos pontos elétricos da obra 2.....	46
Figura 28 - Colocação dos eletrodutos na parede nos pontos elétricos da obra 2.....	46
Figura 29 - Corte horizontal na parede da obra 2.....	47
Figura 30 - Colocação de enfição na obra 2.....	47
Figura 31 – Desperdícios da obra Topázio.....	48

Figura 32 - Materiais e equipamentos utilizados.....	49
Figura 33 - Visualização das etapas construtivas do sistema elétrico obra 3.....	50
Figura 34 - Instalação dos fios na obra 3.....	51
Figura 35 - Desperdícios de materiais obra 3.....	52
Figura 36 - Marcação por fiada na obra 4.....	54
Figura 37 - Marcação no projeto na obra 4.....	54
Figura 38 - Visualização da marcação e corte dos pontos elétricos da obra 4.....	55
Figura 39 - Visualização da colocação dos dutos nos pontos elétricos da obra 4.....	55
Figura 40 - Fechamento das caixinhas com massa da obra 4.....	56
Figura 41 - Enfição da obra 4.....	57
Figura 42 - Desperdício de bloco cerâmico na obra 4.....	58
Figura 43 - Marcação nas paredes e demonstração de dutos pela laje na obra 5.....	59
Figura 44 - Visualização de algumas etapas construtivas do sistema elétrico da obra 5.....	60
Figura 45 - Colocação de fios na obra 5.....	61
Figura 46 – Desperdícios na obra 5.....	61
Figura 47 – Demonstração do duto instalado e sua respectiva sobra na obra 5.....	62
Figura 48 – Diferença dos dutos nas paredes dos dois sistemas.....	68
Figura 49 – Espessuras dos rebocos dos dois sistemas.....	68
Figura 50 – Instalação cloacal na cozinha na obra 3.....	70
Figura 51 - Passos na instalação cloacal da sacada na obra 3.....	71
Figura 52 - Instalação da parte de água na obra 3.....	71
Figura 53 - Desperdício na parte hidráulica.....	72
Figura 54 - Equipamentos utilizados.....	73
Figura 55 - Marcação das paredes nos pontos hidráulicos na obra 5.....	74
Figura 56 - Etapas construtivas do sistema hidráulico obra 5.....	74
Figura 57 - Desperdícios na parte hidráulica.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Duração de cada etapa na parte elétrica Condomínio Solar D'Itália.....	42
Tabela 2 - Desperdícios parte elétrica no Condomínio Solar D'Itália.....	43
Tabela 3 - Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Topázio.....	45
Tabela 4 - Desperdícios parte elétrica na obra Residencial Topázio.....	48
Tabela 5 - Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Yasmim.....	50
Tabela 6 - Desperdícios parte elétrica obra Residencial Yasmim.....	51
Tabela 7 - Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Parque Independência	53
Tabela 8 - Desperdícios parte elétrica obra Parque Independência.....	57
Tabela 9 - Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Jardim das Palmeiras	59
Tabela 10 - Desperdícios parte elétrica obra Jardim das Palmeiras.....	61
Tabela 11 - Levantamento de tempo e desperdícios dos sistemas da parte elétrica.....	64
Tabela 12 - Tempos das etapas da instalação hidráulica obra Residencial Yasmim.....	70
Tabela 13 - Desperdício de material hidráulico do Residencial Yasmin.....	72
Tabela 14 - Tempos gastos nas instalações hidráulicas no Jardim das Palmeiras.....	73
Tabela 15 - Quantitativos de desperdícios parte hidráulica obra Jardim das Palmeiras.....	75
Tabela 16 - Tempo e desperdícios dos dois sistemas na instalação hidráulica.....	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tempo gasto na parte elétrica de todas as obras.....	64
Gráfico 2 – Desperdícios de tijolos na parte elétrica de todas as obras.....	64
Gráfico 3 – Desperdícios de eletrodutos na parte elétrica de todas as obras.....	65
Gráfico 4 – Desperdícios de fios na parte elétrica de todas as obras.....	65
Gráfico 5 – Tempo gasto na parte hidrossanitária em todas as etapas nos dois sistemas.....	66
Gráfico 6 – Desperdícios de tijolos na instalação hidrossanitária.....	66
Gráfico 7 – Desperdícios de peças na instalação hidrossanitária.....	67
Gráfico 8 – Desperdícios de peças na instalação hidrossanitária.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CUB -PIS	Custo Unitário Básico – Projeto de Interesse Social
ϵ_s	Deformação na barra de aço
ϵ_c	Deformação no concreto
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
H	Horas
L	Litros
NBR	Norma Brasileira
PPR	Polipropileno Copolímero Random
QDL	Quadro de Distribuição
RTV	Programas de Rádio e de Televisão
TV	Televisão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Área de limitação do tema.....	15
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativas.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Sistema Construtivo em Concreto Armado.....	18
2.1.1 Componentes do Concreto.....	18
2.1.2 Conceito do Concreto Armado.....	18
2.1.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias no sistema de Concreto Armado.....	20
2.1.4 Vedações Verticais em Alvenaria Racionalizada e Tradicional.....	22
2.2 Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural.....	26
2.2.1 Instalações Elétricas na Alvenaria Estrutural.....	26
2.2.1.1 Racionalização.....	26
2.2.1.2 Anteprojeto de Instalações Elétricas.....	27
2.2.1.3 A Racionalização do Projeto de Instalações Prediais de Instalações Elétricas.....	27
2.2.1.4 Família de Blocos de Alvenaria Estrutural.....	29
2.2.1.5 Como Preparar os Blocos com as Caixas Elétricas.....	30
2.2.1.6 Prumadas de Alimentação (Energia Elétrica).....	31
2.2.1.7 Pontos de Luz no Teto e Tomadas.....	31
2.2.2 Instalações Hidráulicas e Hidrossanitárias em Alvenaria Estrutural.....	32
3. METODOLOGIA.....	37
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	38
4.1.1 Características dos Edifício.....	38
4.1 Obra Condomínio Solar D'Itália – Concreto Armado.....	38
4.2 Obra Residencial Parque Independência – Alvenaria Estrutural.....	39

4.3 Aplicação da Metodologia.....	41
4.4 Resultados no Sistema de Concreto Armado – Instalações Elétricas.....	41
4.4.1 Resultados obtidos Obra Condomínio Solar D'Itália.....	41
4.4.1.1 Tempo utilizado.....	41
4.4.1.2 Desperdícios de materiais.....	43
4.5 Resultados obtidos Obra Residencial Topázio.....	44
4.5.1 Tempo utilizado.....	44
4.5.2 Desperdícios de materiais.....	48
4.6 Resultados obtidos Obra Residencial Yasmim.....	49
4.6.1 Tempo utilizado.....	50
4.6.1.1 Desperdícios de materiais.....	51
4.7 Resultados no Sistema de Alvenaria Estrutural – Instalações Elétricas.....	52
4.7.1 Resultados obtidos no Residencial Parque Independência.....	52
4.7.1.1 Tempo utilizado.....	53
4.7.1.2 Desperdícios de materiais.....	57
4.8. Resultados obtidos no Residencial Jardim das Palmeiras.....	58
4.8.1 Tempo utilizado.....	58
4.8.1.1 Desperdícios de materiais.....	61
4.9 Comparações finais entre os sistemas.....	63
4.9.1 Vantagens e Desvantagens dos sistemas construtivos.....	68
4.10 Resultados no Sistema de Concreto Armado – Instalações Hidrossanitárias.....	69
4.10.1 Resultados obtidos Obra Residencial Yasmim.....	69
4.10.1.1 Tempo utilizado.....	69
4.10.1.2 Desperdícios de materiais.....	72
4.11 Resultados obtidos Obra Residencial Jardim das Palmeiras.....	74
4.11.1 Tempo utilizado.....	74
4.11.1.2 Desperdícios de materiais.....	75
5. CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	80
BIBLIOGRAFIA DAS FIGURAS.....	82

ANEXOS.....	83
Anexo A – Planta de Situação do Condomínio Solar D'Itália.....	83
Anexo B – Planta Baixa do Térreo do Condomínio Solar D'Itália.....	84
Anexo C – Planta Baixa da Sobre Loja do Condomínio Solar D'Itália.....	85
Anexo D – Planta Baixa do 2º Pav. Garagens do Condomínio Solar D'Itália.....	86
Anexo E – Planta Baixa do 3º Pav. Garagens do Condomínio Solar D'Itália.....	87
Anexo F – Planta Baixa Tipo do Condomínio Solar D'Itália.....	88
Anexo G – Planta Baixa Cobertura do Condomínio Solar D'Itália.....	89
Anexo H – Corte AA do Condomínio Solar D'Itália.....	90
Anexo I – Corte BB do Condomínio Solar D'Itália.....	91
Anexo J – Fachada Norte do Condomínio Solar D'Itália.....	92
Anexo K – Fachada Oeste do Condomínio Solar D'Itália.....	93
Anexo L – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C – 2º ao 7º Pavimento.....	94
Anexo M – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C – 8º Pavimento.....	95
Anexo N – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C - Cobertura.....	96
Anexo O – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C – Locação dos Grautes.....	97
Anexo P – Planta Elétrica Condomínio Solar D'Itália.....	98
Anexo Q – Planta Elétrica Residencial Topázio.....	99
Anexo R – Planta Elétrica Residencial Yasmim.....	100
Anexo S – Planta elétrica Residencial Parque Independência.....	101
Anexo T – Planta elétrica do Residencial Jardim das Palmeiras.....	102
Anexo U – Projeto Hidrossanitário Residencial Topázio.....	103
Anexo V – Projeto Hidrossanitário Residencial Yasmim.....	105
Anexo W – Projeto Hidrossanitário Residencial Jardim das Palmeiras.....	106
Anexo X – Relação material hidráulico Residencial Yasmim.....	107
Anexo Y – Entrevista com eletricitista e encanador.....	109

1. INTRODUÇÃO

1.1 Área de limitação do tema

O presente trabalho foi desenvolvido na área de instalações elétricas e hidrossanitárias, especialmente com o objetivo de comparar dois sistemas construtivos diferentes utilizados na construção, concreto armado e alvenaria estrutural bem como os seus devidos dispêndios de materiais, tempo e custos até o término de cada etapa, em obras distintas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Comparar e analisar a eficiência dos sistemas de construção em alvenaria estrutural e concreto armado, e qual obteve o menor tempo e custo, após término das instalações elétricas e hidrossanitárias.

1.2.1 Objetivos específicos

- Determinar o tempo gasto em cada procedimento das instalações tanto elétricas quanto hidráulicas;
- Medir o volume do material desperdiçado em cada procedimento;
- Analisar o sistema que obteve menor custo de mão de obra, material utilizado e desperdiçado;
- Indicar formas de melhorar o processo das instalações dos tipos de sistemas de construção, caso for necessário.

1.3 Justificativas

A pesquisa consistiu em analisar o sistema de construção mais eficiente, com base em algumas etapas na área da construção civil, que são feitas durante o término de uma obra. A análise dos dados foi realizada em duas etapas importantes e fundamentais para a finalização do trabalho. Durante o período da pesquisa foi acompanhado cada procedimento feito das

instalações elétricas e hidrossanitárias, cronometrando o tempo gasto em cada uma, o volume do material utilizado e desperdiçado.

No decorrer da análise foram expostas as dificuldades dos sistemas, e analisadas as formas para solucionar os problemas encontrados, sendo essas as razões que tornaram importante a confecção do trabalho.

Segundo Carraro e Souza (1998), é importante ter noção da importância do significado de “produtividade”, que pode ser definida como uma *relação entre as saídas e as entradas de um processo produtivo*, ou vice versa. Entendendo dessa forma, que a produtividade detém-se diretamente de uma relação entre tudo que entra em um determinado processo e tudo o que sai deste mesmo.

Sabe-se que não há muitas informações sobre esse assunto, e é por esse motivo a comparação entre esses dois tipos de sistemas de construções, verificando em cada uma delas os procedimentos feitos, a quantidade de material utilizado em cada um, o tempo gasto, e principalmente o desperdício de tempo e de material, comparando-os e concluindo qual forma obteve os melhores resultados.

Os altos investimentos em habitações populares e o setor de negócios estabilizado na construção civil brasileira, tem como base um mercado competitivo e tecnológico. Diante disso, tem provocado a busca e o desenvolvimento de sistemas construtivos que alie redução no prazo de execução, do material desperdiçado, custo final e qualidade do produto final. Dentro dessas características encontra-se a alvenaria estrutural, que através de estudos tem se colocado em lugar de destaque, em relação aos outros sistemas, por possuir diferenciais como: modulação de projetos e redução no prazo de execução.

A análise de custos tem sido muito comentada atualmente pelos profissionais da área, onde até autores declaram que a alvenaria estrutural é mais viável financeiramente principalmente quando comparado com o sistema construtivo convencional em concreto armado. Partindo desse pressuposto, foi desenvolvido um estudo comparativo entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema construtivo convencional (concreto armado) analisando especificamente as instalações elétricas e hidrossanitárias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme Paliari e Souza (2008), importantes pesquisas vem sendo desenvolvidas com a necessidade da realização de trabalhos que procuram um sistema, na qual, estimulam uma maior e melhor produtividade, tanto em relação à mão de obra quanto no uso de materiais diversos. Atualmente o que se demonstra é o desinteresse por um fator muito importante na construção civil, ou seja, a preocupação em relação ao desperdício de materiais pelas equipes responsáveis pela construção de uma obra é pequena demais, quando às vezes nem existe, isso é muito preocupante, o que leva alguns pesquisadores a se deterem nessa área.

De acordo com Andrade e Paliari (1999), avaliaram sistematicamente a importância das perdas de materiais e alguns componentes, e trabalhos realizados por Souza (1996), Carraro e Souza (1998), Araújo (2000) e Librais (2001), analisaram a produtividade da mão de obra, as quantidades de desperdício, e se os controles desses procedimentos estavam sendo feitos por algum responsável.

De acordo com Paliari e Souza (2008), o objetivo a ser alcançado nas pesquisas que estão sendo feitas foi encontrar uma metodologia que demonstre de uma forma concreta e prática de aumentar a produtividade da mão de obra associados à execuções dos subsistemas prediais hidráulicos e elétricos, dando ênfase nas tarefas e subtarefas que dever ser aplicadas, e em seus respectivos consumos unitários de materiais necessários para cada etapa concluída.

Segundo Silva (2003), em relação às instalações elétricas e hidráulicas independentemente do sistema adotado, os custos de mão de obra e de materiais são semelhantes, considerando que além da mão de obra para abertura dos rasgos, posteriormente necessita-se fazer o fechamento com argamassa dessas canaletas, e após a parte da finalização como colocação das caixas elétricas, eletrodutos e canos hidráulicos. Outra análise feita por ele foi o entulho gerado no sistema tradicional, que além de gerar precisa-se remover este entulho. Já no sistema de alvenaria estrutural a inexistência desse entulho possibilita um ganho econômico e permitindo uma facilidade na limpeza da obra.

2.1 Sistema Construtivo em Concreto Armado

2.1.1 Componentes do Concreto

Conforme Bastos (2006), os primeiros materiais a serem utilizados nas construções foram a pedra natural e a madeira, sendo o ferro e o aço usados séculos depois. O concreto armado surgiu por volta de 1850. Um material para ser utilizado na construção civil necessita possuir duas características fundamentais: a resistência e a durabilidade. A pedra natural tem resistência à compressão e uma alta durabilidade, porém, tem baixa resistência à tração. A madeira tem razoável resistência, mas tem durabilidade limitada. O aço tem resistências elevadas mais para tração do que para compressão, mas requer proteção contra a corrosão. O concreto armado pode ter surgido da necessidade de se aliar as qualidades da pedra que seria a resistência à compressão e durabilidade e com as do aço que possui resistências mecânicas, com as vantagens de poder assumir qualquer forma, com rapidez e facilidade, e proporcionar a necessária proteção do aço contra a corrosão.

O concreto é um material composto, ele é constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia), agregado graúdo (pedra ou brita) e ar. Pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa, etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas. Basicamente pode-se indicar que a pasta é o cimento misturado com a água, a argamassa é a pasta misturada com a areia, e o concreto é a argamassa misturada com a pedra ou brita, também chamado concreto simples (concreto sem armaduras).

2.1.2 Conceito do Concreto Armado

Conforme Aurélio apud Mello (1980), “alvenaria é obra composta de pedras naturais ou artificiais, de forma irregular, ligadas ou não por argamassas”.

O sistema construtivo em alvenaria evoluiu da mesma forma em que os blocos cerâmicos aprimoraram sua qualidade e culminou com o aparecimento do bloco de concreto.

Oliveira apud Azevedo (1992):

“De que o tijolo foi concebido na dimensão exata da capacidade de trabalho de um pedreiro, de forma que, ele poderia segurar os tijolos em uma das mãos e a colher de pedreiro com a outra [...] a relação ideal entre o comprimento do tijolo, deveria ser duas vezes a dimensão da largura, a fim de que não ficasse com sombras nas amarrações e permitisse o alinhamento previsto”.

De acordo com Bastos (2006), o concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10% da sua resistência à compressão). Por isso ocorre a necessidade de juntar ao concreto um material com alta resistência à tração, com o objetivo desse material, resistir às tensões de tração atuantes. Com a aplicação desse material composto (concreto e armadura – barras de aço), surge então o chamado “concreto armado”, onde as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão, no que pode ser auxiliado também por barras de aço, por exemplo, os pilares. Porém, para definir algo como concreto armado tem que conter o fenômeno da aderência, que é fundamental entre o concreto e a armadura, pois não bastaria apenas juntar os dois materiais para obter-se o concreto armado.

Para a existência do concreto armado é importante que haja uma sintonia entre ambos o concreto e o aço, e que o trabalho seja realizado de forma conjunta. Em resumo, pode-se definir o concreto armado como “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam aos esforços solicitantes”.

De forma esquemática pode-se indicar que concreto armado é:

Concreto armado = concreto simples + armadura + aderência.

Com a aderência, a deformação ϵ_s num ponto da barra de aço e a deformação ϵ_c no concreto que a circunda, devem ser iguais, isto é: $\epsilon_c = \epsilon_s$.

A NBR 6118:2003 (item 3.1.3) define:

Elementos de concreto armado: “aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”. Armadura passiva é “qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada”.

Segundo Bastos (2006), a armadura do concreto armado é chamada “armadura passiva”, que significa que as tensões e deformações nela aplicadas devem-se exclusivamente aos carregamentos aplicados nas peças onde está inserida. Como armadura tem-se que ter um material com altas resistências mecânicas, principalmente resistência à tração. Ela não tem que ser necessariamente de aço, pode ser de outro tipo de material, como fibra de carbono, bambu, etc. O trabalho conjunto, entre o concreto e a armadura fica bem caracterizado na análise de uma viga de concreto simples (sem armadura), que rompe bruscamente tão logo surge à primeira fissura, após a tensão de tração atuante alcançar e superar a resistência do concreto à tração. Entretanto, colocando-se uma armadura posicionada na região das tensões

de tração, eleva-se significamente a capacidade resistente da viga. O trabalho conjunto do concreto e do aço é possível porque os coeficientes de dilatação térmica dos dois materiais são praticamente iguais.

Outro aspecto positivo é que o concreto protege o aço da oxidação (corrosão), garantindo a durabilidade do conjunto. Porém, a proteção da armadura contra a corrosão só é garantida com a existência de uma espessura de concreto entre a barra de aço e a superfície externa da peça denominada cobrimento, entre outros fatores também importantes relativos à durabilidade, como a qualidade do concreto.

2.1.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias no sistema de Concreto Armado

Segundo Clímaco apud Lisboa (2005), o emprego do concreto armado é marcado por uma série de vantagens e desvantagens. Uma das características negativas desse sistema construtivo é porque no concreto armado a execução da vedação com parede de alvenaria de bloco cerâmico gera uma quantidade de entulho e uma grande quantia de desperdícios de material, pois para a execução das instalações elétricas e hidráulicas é necessário fazer “rasgos” nas paredes para embutir as tubulações, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1: Desperdício de material e rasgo na alvenaria.



Fonte: Fernandes e Silva Filho.

Por este motivo se gasta mais tempo para finalizar essa etapa, pois há o retrabalho, ou seja, os tijolos ou blocos são assentados, as paredes são seccionadas para a passagem de instalações e embutimento de caixas e, em seguida, são feitos remendos com a utilização de argamassa para o preenchimento dos vazios, o que o torna mais trabalhoso.

Como mostra na figura 2, as tubulações de esgoto e água quente na parede mostra claramente que no sistema convencional existe mais perdas de material pelos rasgos que são necessários fazer no momento de instalar as tubulações.

Figura 2: Tubulações de esgoto e água quente na parede.



Fonte: Fernandes e Silva Filho.

Após ter acesso a outros trabalhos acadêmicos pôde-se perceber que mudanças podem ocorrer, ou seja, o sistema mais utilizado é de concreto armado, onde os engenheiros e mestres de obras se sentem mais seguros, porém depois de analisar algumas bibliografias, se pode mensurar a diferença dos dois sistemas de construção. Como demonstrado na figura 3, observa-se que no concreto armado há muitas falhas que ainda precisam ser resolvidas, erros que podem danificar a estrutura, além de desperdício de material. Nota-se que no sistema de alvenaria estrutural a facilidade que o eletricista terá no momento da colocação dos eletrodutos, interruptores e tomadas sem haver tanta perda ou quase nada de material. Portanto, o custo do material em si não é o mais significativo, mas o custo do sistema ruim é alto.

Figura 3: Diferenças dos sistemas.



Fonte: Marco Antonio Pozzobon (2012).

Com base em pesquisas feitas observou-se que para um custo global estimado, pelo CUB-PIS (Custo Unitário Básico – Projeto de Interesse Social), de R\$ 2.486.904,00, verifica-se a diferença de 7,35% entre os sistemas construtivos em favor da alvenaria estrutural. Esse resultado é para obras menores, porém se torna mais impactante quando se trata de grandes condomínios, como por exemplo, com 20 ou mais blocos, muito comum nas regiões metropolitanas dos estados, onde a demanda habitacional é mais elevada. Tal porcentagem

corresponde, em geral, a itens importantes da obra como instalações elétricas e hidráulicas, aberturas externas de alumínio e revestimentos internos argamassados, obtendo-se assim, um ganho financeiro considerável na utilização deste sistema.

2.1.4 Vedações Verticais em Alvenaria Racionalizada e Tradicional

Conforme Lordsleem Junior (2012), a vedação vertical pode ser entendida como sendo um subsistema do edifício constituído por elementos que dividem os compartimentos e definem os ambientes internos, controlando a entrada e a saída de todos os tipos de agentes desejáveis ou não, como: intrusos, animais, vento, poeira e ruído. As paredes de vedação em alvenaria determinam grande parte do desempenho do edifício como um todo, por serem responsáveis por vários aspectos relativos ao conforto, à higiene, saúde e segurança da utilização.

A todo o momento, especialistas e pesquisadores da área da construção civil, procuram soluções, adaptações que possam beneficiar a todos, e é por esse motivo que foi estudada a “racionalização construtiva”. Segundo Lordsleem Junior (2012) são todas as ações que objetivam aperfeiçoar o uso dos recursos disponíveis na construção em todas as suas fases. Em outras palavras, seria a aplicação mais eficiente dos recursos em todas as atividades que se desenvolvem para a construção do edifício. De acordo com as comparações entre alvenaria tradicional (concreto armado) e alvenaria racionalizada de Lordsleem Junior (2012), vale a pena ressaltar algumas como mostra na figura 4.

Figura 4: Características das alvenarias de vedação tradicional e racionalizada.

Alvenaria TRADICIONAL	X	Alvenaria RACIONALIZADA
Soluções no canteiro		Projeto para produção
Elevados desperdícios		Padronização da execução
Ausência de fiscalização		Controle da qualidade
Deficiente padronização		Treinamento contínuo
Ausência de planejamento		Responsabilidades definidas

Fonte: Alberto Casado Lordsleem Junior.

Sendo assim, o objetivo final foi analisar a melhor forma de aplicar uma das etapas da obra com eficiência, sem desperdícios de tempo e de materiais, com isso, reduzindo o custo total da edificação, independente do tipo de sistema, o importante é descobrir uma metodologia prática e econômica. E nada impede que uma metodologia de um sistema de construção, possa ser inserido em outro.

Conforme pesquisas analisadas, observou-se que muitos problemas podem ser evitados caso o “sistema convencional” concreto armado, utilize algumas técnicas do sistema de alvenaria estrutural, minimizando desperdícios e obtendo um ótimo resultado final. Comparando as perdas, de tijolos e blocos respectivamente, na obra de concreto armado e na de alvenaria estrutural, obteve-se uma breve análise dos dois sistemas. Primeiramente concluiu-se que a praticidade em executar a parte de instalação elétrica na parede de vedação da alvenaria estrutural é maior do que se imagina, os blocos já estão prontos, com espaços padronizados, o que deixa um visual mais bonito, necessitando apenas a instalação das caixinhas, sem os rasgos na parede, o que reduz os desperdícios. Na análise da obra de concreto armado, talvez por falta de planejamento, ao necessitar de mudanças na localização dos pontos elétricos, aumentam-se os desperdícios de materiais e tempo.

Visualizações de fotos de obras recentes ajudam a comparar com mais exatidão, proporcionando uma clareza visual sobre os benefícios e os prejuízos de cada sistema construtivo, nos quais se podem observar alguns exemplos, nas figuras 5, onde apresentam alguns pontos das instalações elétricas do sistema tradicional.

Figura 5: Pontos de instalações elétricas no sistema tradicional.



Fonte: Fonte: Marco Antonio Pozzobon (2012).

Observa-se que são necessários muitos rasgos na alvenaria de vedação tradicional, o que deixa também uma incerteza de onde estarão localizadas exatamente as instalações elétricas, pois depois de rebocado e pronto o acabamento o morador deste local não saberá realmente onde pode ou não fazer alguma reforma. Por exemplo, suponha-se que após morar no local o morador queira acrescentar uma porta, e exatamente neste local tenha algum eletroduto com

firos elétricos, podendo acarretar um acidente caso o instalador seja leigo no assunto. Por isso, precauções são necessárias, no sistema convencional nem sempre a instalação está alinhada conforme o projeto elétrico.

Analisando a figura 6, observa-se a diferença em relação ao outro sistema, como os vãos com as caixinhas são realmente padronizadas, sem nenhum rasgo, somente a perfuração para o alojamento da mesma, melhorando a impressão do observador quanto ao planejamento, pois todos os pontos elétricos se encontram alinhados, reduzindo inclusive o tempo e o custo da instalação dos eletrodutos.

Figura 6: Instalação elétrica na alvenaria estrutural.

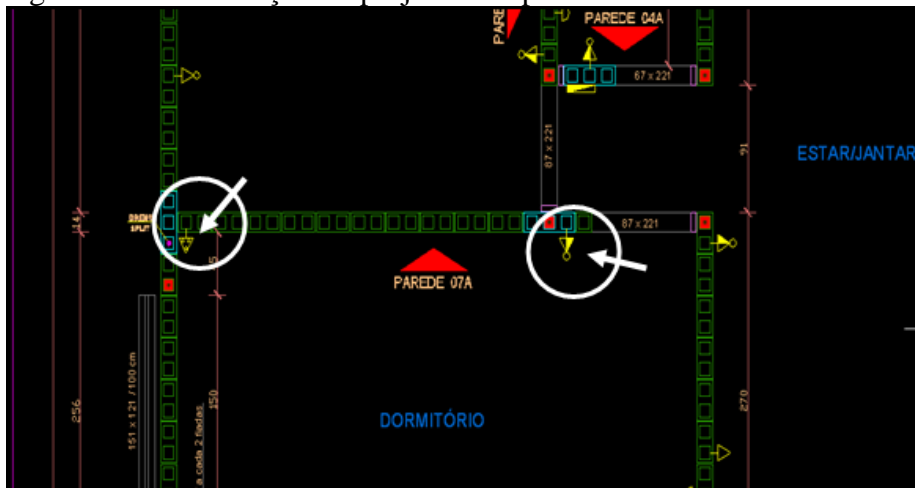


Fonte: Marco Antonio Pozzobon (2012).

Na alvenaria estrutural é feito um planejamento, no qual, são identificados os locais que terão os pontos elétricos, sem haver mudanças, o projetista deve ter a noção de como vai ser a edificação, onde situam-se todos móveis, tipo de bloco usado, entre outras características, pois a partir dessas informações poderá elaborar o projeto elétrico. Como o próprio autor Lordsleem Junior (2012), menciona que antes de iniciar a execução da alvenaria de vedação, as equipes de produção devem estar familiarizadas com o projeto para produção da alvenaria, o que reduz o tempo de serviço e o volume de materiais desperdiçados, consequentemente reduzindo o custo total da obra.

Redução do custo é um dos fatores de influência para o engenheiro na hora de optar por um dos sistemas. Como mostra na figura 7, o projeto elétrico de alvenaria estrutural já deixa situado em todos os locais seus devidos pontos e simbologias para identificação. Nesta mesma figura a primeira tomada possui identificação de utilização em ar condicionado e a segunda destacada, refere-se a interruptor/tomada média, as paredes também obtém uma identificação específica, uma se diferenciando da outra, o que comprova que havendo bom planejamento, assim também serão os resultados finais.

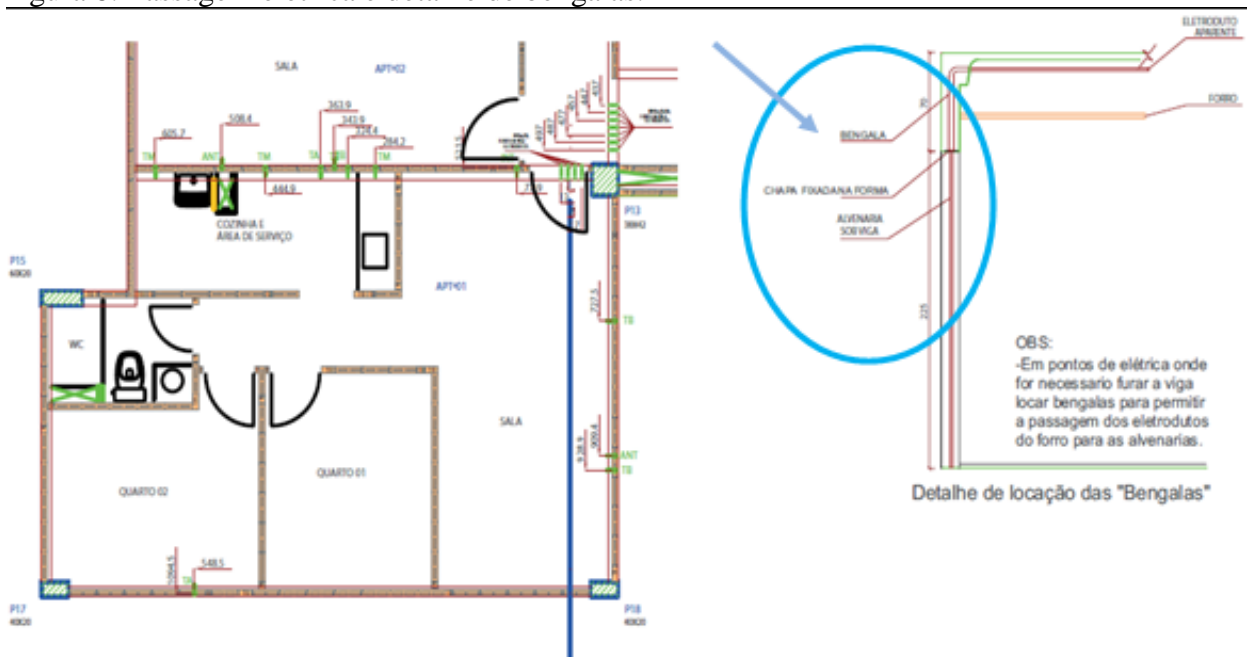
Figura 7: Demonstração do projeto com pontos elétricos.



Fonte: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Outras formas de planejamento do sistema de alvenaria estrutural são as plantas de passagens, elétrica e hidrossanitária, como mostra na figura 7, de acordo com Lordsleem Junior (2012), essas plantas são também denominadas de plantas de furações, onde contêm a indicação e a localização de todos os pontos, elétricos e hidrossanitários, que passam pelas vigas e ou lajes. Além disso, também pode ser observado na figura 8, o detalhamento da localização de bengalas em vigas. A localização desses pontos está associada à distribuição horizontal dos blocos, permitindo que os eletrodutos/tubos passem dentro dos furos sem quebras ou rasgos na alvenaria.

Figura 8: Passagem elétrica e detalhe de bengalas.



Fonte: Lordsleem Jr, 2012.

2.2 Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural

A alvenaria estrutural é o processo de construção que se caracteriza pelo uso de paredes como a principal estrutura de suporte de edificações simples ou dispositivos complementares em substituição ao concreto dimensionada através de cálculo racional. A alvenaria resistente é uma técnica construtiva que se caracteriza pela utilização de unidades de vedação como função estrutural, com objetivo de suportar cargas além do seu peso próprio.

Conforme Roman (2012), a alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes de alvenaria e as lajes enrijecedoras funcionam estruturalmente em substituição aos pilares e vigas utilizados nos processos construtivos tradicionais, sendo dimensionado segundo métodos de cálculos racionais e de confiabilidade determinável. Nesse processo construtivo, as paredes constituem-se ao mesmo tempo nos subsistemas estrutura e vedação, proporcionando uma maior simplicidade construtiva e conseqüentemente em um maior nível de racionalização. A alvenaria estrutural vem se destacando no cenário mundial da construção devido às vantagens como flexibilidade construtiva, economia e velocidade de construção. Mas sua maior característica deve-se ao seu potencial de racionalização e produtividade, que possibilita a produção de construções com bom desempenho tecnológico aliado a altos índices de qualidade e economia.

2.2.1 Instalações Elétricas na Alvenaria Estrutural

Baseado no que diz Violani (1992), os processos construtivos de alvenaria estrutural, que na verdade são processos que o homem vêm empregando ao longo da História a milhares de anos de forma empírica, cujo "conhecimento" adquirido depois muito tempo através da prática, e no ambiente da "obra" pelos "mestres", tiveram na segunda metade deste século um grande desenvolvimento, ou seja, a alvenaria passou a ser estudada de forma científica, e cujos resultados se constituíram em um novo "conhecimento", que permitiu a sua difusão de uma forma clara e acessível a profissionais e estudantes, outra característica do sistema de alvenaria estrutural seria a prática de racionalizar, o que reduz custos e tempos de execuções.

2.2.1.1 Racionalização

De acordo com Gehbauer apud Mello (2004), a racionalização na construção civil é analisar metodicamente as estruturas e processos existentes, com a finalidade de descobrir

pontos fracos, como exemplo, tempos de espera desnecessários, falhas na preparação e transmissão de informações, perdas de materiais desnecessárias, estoques intermediários evitáveis e percursos de transporte demasiadamente longos, após a análise perceber as possibilidades de melhoria, analisá-las e introduzi-las para assim testá-las e serem aceitas pelos envolvidos no processo. A melhoria no sistema é a principal evolução da racionalização implantada. A racionalização não deixa também de ser usada no sistema convencional.

2.2.1.2 Anteprojeto de Instalações Elétricas

Conforme Violani (1992) deverá ser analisado os seguintes itens antes de iniciar as instalações elétricas para facilitar o trabalho e reduzir o tempo da tarefa:

- caminhamento das redes de distribuição e a sua incorporação no processo construtivo, (forma de colocação e instância);
- número e localização dos pontos de comando e consumo das instalações, conforme o Programa de Necessidades;
- localização e dimensionamento dos quadros de distribuição (QDL), caixas de passagem, medidores e a sua compatibilidade com o processo construtivo (modularidade, possibilidade de acoplamento a componentes pré-fabricados, entre outros);
- interferência com outros elementos do edifício como lajes, escadas, etc; e
- possibilidade de produção de parte das instalações no canteiro de obras ou na central de produção.

2.2.1.3 A Racionalização do Projeto de Instalações Prediais de Instalações Elétricas

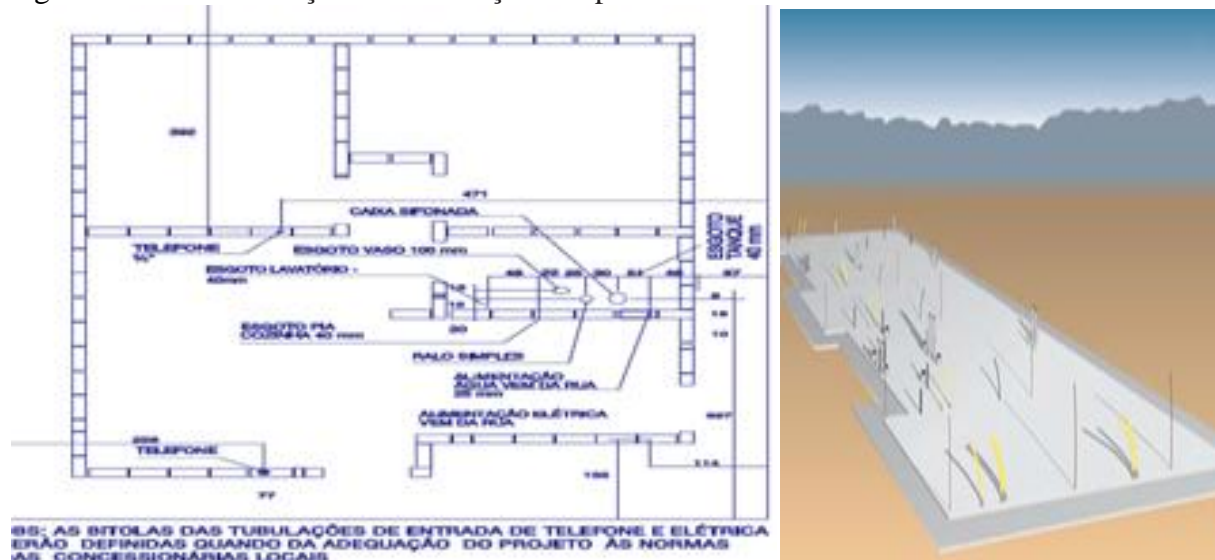
De acordo com Violani (1992), as instalações prediais elétricas do edifício de alvenaria estrutural (energia elétrica, telefonia, intercomunicação, T.V. etc) devem ser elaboradas podendo ser executadas de forma totalmente independente das alvenarias. As opções de posicionamento das tubulações são:

- a) nos trechos verticais: dentro dos vazados dos blocos, embutidos em "shafts" ou em paredes hidráulicas; e
- b) nos trechos horizontais: pela laje ou em paredes hidráulicas.

Para concluir as etapas com sucesso é fundamental que haja um planejamento, organizar as informações são essenciais. Por isso, indica-se a utilização da planta das instalações, pois se destinam a locação das instalações que são executadas antes da marcação da alvenaria. É

importante tê-las à mão para possíveis conferências, se forem necessárias, como mostra na figura 9.

Figura 9 : Planta e locação das instalações no pavimento.



Fonte: Marco Antonio Pozzobon (2012).

Com base em informações obtidas o que se pode observar é a grande vantagem na alvenaria estrutural, que se baseia unicamente no fato de existir materiais adequados para cada processo, por exemplo, os blocos vazados facilitam a colocação dos eletrodutos, nos blocos há a possibilidade de já deixar pronto o espaço para as caixas elétricas, mostrada na figura 10, sem a necessidade de fazer cortes, o que evita perda de tempo e desperdícios desnecessários de materiais.

Figura 10 : Blocos de concreto com caixas elétricas já prontas.



Fonte: www.bilenge.com.br

Outra característica positiva dos blocos de alvenaria é que as tubulações elétricas situam-se no interior da alvenaria, como ilustrada na figura 11, que evita desperdício e quebrados blocos, facilitando o trabalho dos funcionários.

Figura 11: Tubulações elétricas já nos blocos de concreto.

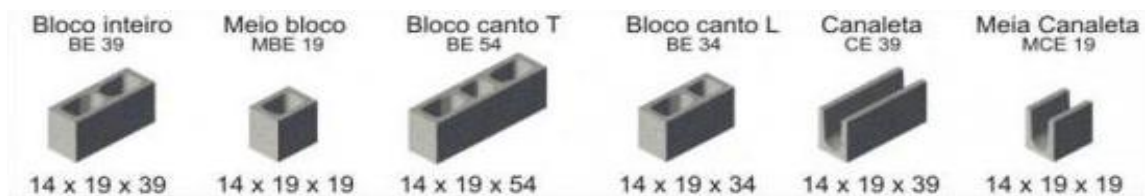


Fonte: www.show.pp.ua

2.2.1.4 Família de Blocos de Alvenaria Estrutural

É recomendável sempre trabalhar com blocos de qualidade, contendo o selo de qualidade ABCP. Por exemplo, como mostra na figura 12, alguns blocos da “família 39”.

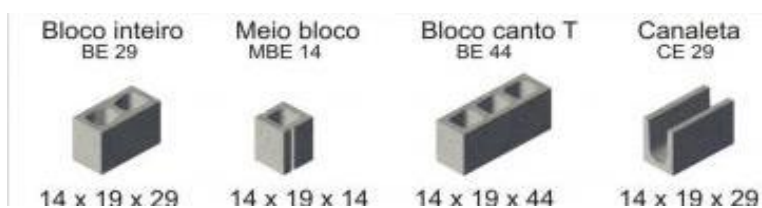
Figura 12 : Blocos de concreto da Linha 40 – A e B.



Fonte: www.prantomix.com.br

Além da família 40, é muito utilizada, também, na alvenaria estrutural a “família 30”, mostrado na figura 13 suas diferenças são os tamanhos, onde cada um se adapta melhor em situações diferentes.

Figura 13: Blocos de concreto da Linha 30 – A e B.



Fonte: www.prantomix.com.br

2.2.1.5 Como Preparar os Blocos com as Caixas Elétricas

Conforme já mencionado anteriormente, os blocos de alvenaria estrutural vêm aumentando sua procura, pelo simples e importante fato de ser um material tecnológico, que além de ser mais resistente, maior, também é mais prático. As etapas da colocação das caixas elétricas diretamente nos blocos são feitas conforme projeto, são divididas em 4 etapas, que são ilustradas na figura 14.

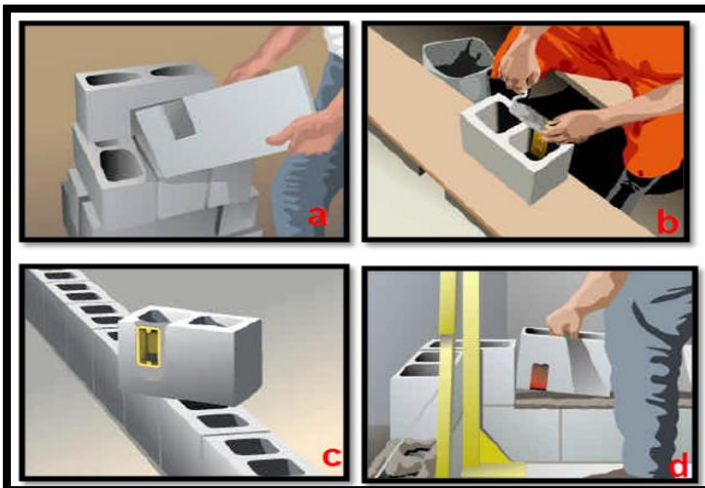
- Etapa a): são feitos os espaços para as caixas nos blocos, todos do mesmo tamanho para estarem padronizados, e são deixados prontos na quantia prevista para o assentamento das alvenarias de vedação, para não haver perda de tempo;

- Etapa b): nesta etapa são instaladas as caixinhas nos blocos, deixando-os prontos;

- Etapa c): com as caixinhas já colocadas nos blocos, eles são armazenados em um local propício somente esperando chegar a hora de ser usado na fiada correta;

- Etapa d): última etapa, são assentados os blocos nos seus devidos lugares, conforme projeto, dessa forma, tornando a instalação dos interruptores e tomadas mais fácil. A locação dos pontos está associada à distribuição horizontal dos blocos, permitindo que os eletrodutos / tubos passem dentro dos furos sem quebras ou rasgos na alvenaria.

Figura 14: Etapas das instalações das caixas elétricas.



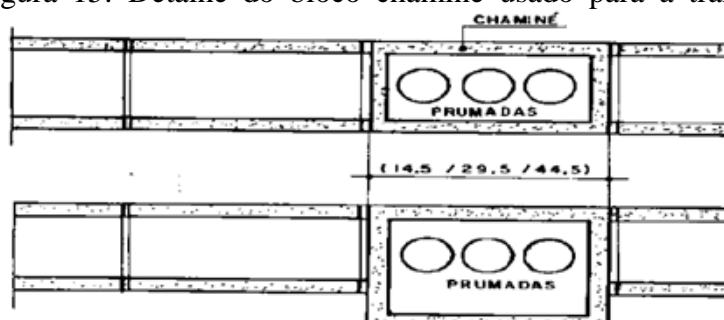
Fonte: Marco Antonio Pozzobon (2012).

Assim realiza-se o embutimento dos eletrodutos através dos blocos vazados ou com furos na direção vertical. Pode-se racionalizar o serviço fixando as caixas de elétrica na central de produção e caso seja necessário, os cortes devem ser realizados com equipamentos adequados.

2.2.1.6 Prumadas de Alimentação (Energia Elétrica)

Segundo Violani (1992), são as tubulações que originam do quadro de medidores e que vão alimentar os QDL das unidades. Quando as prumadas estiverem posicionadas dentro de um "shaft" os trechos de eletroduto podem ter uma emenda a cada pé direito. Sendo os mesmos embutidos nos vazados dos blocos, onde eles devem ser utilizados em comprimentos iguais a meio pé direito, pois a alvenaria será executada com o eletroduto já posicionado no trecho. Estas tubulações devem transpor as lajes e para isto deve ser utilizado o bloco "chaminé", mostrado na figura 15.

Figura 15: Detalhe do bloco chaminé usado para a transposição da laje pelas prumadas.



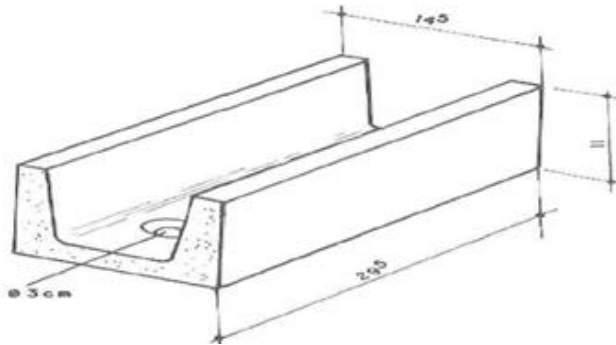
Fonte: Violani (1992).

Os QDL e caixas de passagem de telefonia, devem ser modulares de modo a se alojem nas dimensões modulares dos blocos.

2.2.1.7 Pontos de Luz no Teto e Tomadas

Com base nas informações de Violani (1992), os pontos de luz no teto e tomadas serão alimentados por circuitos que saem do QDL e chegam até a laje através do bloco "J" ou o "compensador", que serão perfurados com ferramentas específicas permitindo a passagem do eletroduto, como demonstra na figura 16. Os canais que vão até os interruptores são passados também através de um bloco perfurado e atingem a altura da caixa do interruptor. As tomadas poderão ser todas alimentadas pelo piso, ou seja, na fase de montagem da laje o instalador deixa um trecho de eletroduto (+ ou -30 cm) subindo da laje para a parede. Após a concretagem da mesma e após a desforma o instalador procede aos rasgos e chumbamentos das tomadas e interruptores, cujos canais já estão posicionados dentro da parede. O mesmo procedimento é aplicado nas instalações de televisão a cabo, interfone e outros.

Figura 16: Detalhe do bloco perfurado para dar passagem ao eletroduto.



Fonte: Violani (1992).

2.2.2 Instalações Hidráulicas e Hidrossanitárias em Alvenaria Estrutural

O sistema de alvenaria estrutural vem mostrando que está apto a competir com outros métodos de construção, possuindo muitas vantagens, por exemplo: a sua estrutura é executada concomitantemente com as paredes; a racionalização é imensa; redução do uso de concreto, aço e formas; diminuição da espessura de revestimentos argamassados; e a possibilidade de utilização de lajes e escadas pré-moldadas; sua elevada produtividade; e por último e muito importante, a simplificação nas instalações elétricas e hidrossanitárias, facilitando o trabalho nessa área.

Vale lembrar que é muito importante obter o levantamento preliminar dos dados técnicos para o anteprojeto de produção de alvenarias racionalizadas, podemos destacar alguns:

- posicionamento, diâmetro e concentração das tubulações: prumadas, ramais e sub-ramais;
- pontos de alimentação e esgotamento de aparelhos hidrossanitários;
- previsão de “shafts”, paredes hidráulicas, paredes duplas com câmaras centrais ou outras soluções;
- localização de quadros de distribuição de luz, equipamento de condicionamento de ar, aquecedores, incêndio, caixas e medidores de gás e outros, sendo importante a utilização das especificações e recomendações técnicas de instalação de equipamentos;
- localização dos pontos de luz, interruptores, tomadas, interfonos, RTV e outros nas paredes e tetos; e
- sistemas de distribuição previstos para as redes de água fria, água quente, elétrica, telefônica, de circuitos internos, cabos, gás, etc.

Conforme Santos apud Arcari (2010), “a parede de alvenaria é denominada parede de vedação quando suporta apenas seu peso próprio, não admitindo no projeto outras cargas. Quando objetiva, também, embutir tubulações hidrossanitárias é chamada de parede hidráulica”. Para constituir essas “paredes hidráulicas”, foi preciso ser criado o chamado “bloco hidráulico vertical”, com tamanho de 14x19x29cm, para facilitar a colocação das tubulações hidrossanitárias, muito utilizado neste tipo de sistema, reduzindo o tempo das instalações.

Tanto nas instalações elétricas quanto nas hidráulicas o método das instalações são bem simplificadas, pois as tubulações são colocadas no interior dos blocos, eliminando rasgos e quebras desnecessários nas paredes, conseqüentemente sobra de resíduos, resultando em uma obra limpa e organizada.

Segundo Silva (2004), é recomendável a execução de paredes duplas como já foi citado nos levantamentos preliminares, utilizando-se componentes de pequena espessura nos locais onde as instalações hidráulicas estão distribuídas por uma superfície. A primeira alvenaria seria elevada para a fixação da árvore hidráulica e em seguida, eleva-se a segunda alvenaria deixando os furos para os pontos de água.

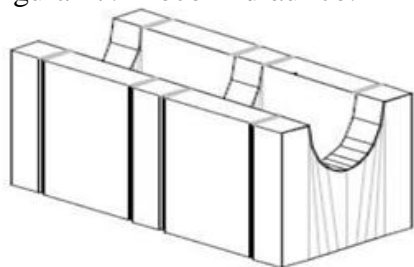
De acordo com Monteiro e Santos (2010), as instalações hidrossanitárias na alvenaria estrutural possuem muitas vantagens, porém há alguns problemas no sistema. Pode-se destacar a passagem da tubulação, pelo fato de possuírem diâmetros maiores e podendo apresentar problemas de vazamento entre outros que necessita de manutenção. É importante comentar que se for necessário fazer cortes com o objetivo de resolver caso de vazamento, se houver algum, isso poderá atingir e prejudicar as funções das paredes e modificar sua estrutura funcional. Sendo esse um dos motivos para que o projeto das instalações hidrossanitárias se torne tão importante, pois ele prevê os embutimentos da forma mais econômica e prática possível, obtendo a possibilidade do emprego de algumas soluções para sua localização, como paredes não-estruturais, já mencionado o emprego de “shafts” hidráulicos que atualmente estão sendo feitos com frequência, como os enchimentos, sancas, forros falsos, entre outros.

A primeira opção consiste em paredes não-estruturais, são paredes definidas como não portantes, o que significa que algumas destas paredes não fazem parte da estrutura do edifício, ou seja, são paredes de vedação na qual seu peso próprio será descarregado nas lajes que as sustentam. E somente nessas são permitidos alguns rasgos ou cortes com o objetivo de facilitar o embutimento das tubulações, que geralmente são paredes pequenas localizadas em banheiros, cozinhas ou áreas de serviço. A desvantagem de se executarem paredes não

estruturais é a perda de racionalidade do processo, pois haverá um maior desperdício de tempo, maior consumo de material e de mão de obra.

O planejamento das etapas da obra pode ser comprometido, já que será necessário haver o encunhamento destas paredes às lajes, e o problema é pelo fato do processo construtivo das estruturais e não estruturais serem diferentes. É recomendável que seja feito a última fiada das paredes não-estruturais depois de todas as lajes estarem finalizadas, iniciando pela cobertura e seguindo até o 1º pavimento, evitando dessa forma que estas paredes se tornem apoio das lajes. Por fim é necessário fechar as aberturas das faces dos blocos no local das quebras onde serão introduzidas as canalizações. Importante ser mencionado que ao inserir um número significativo de paredes não estruturais pode prejudicar o sistema estrutural, sobrecarregando as demais paredes e diminuindo as possíveis trajetórias de força. Como já mencionado anteriormente, são utilizados em algumas regiões, entre as paredes não estruturais os chamados “blocos hidráulicos”, que possuem dimensões externas modulares iguais às do bloco estrutural, providos de uma concavidade nos três septos transversais e de ranhuras verticais em uma das faces longitudinais, como mostra na figura 17. Tendo ela o objetivo de indicar a quebra de uma placa na face do bloco, criando assim uma “canaleta vertical” para o embutimento da tubulação.

Figura 17: Bloco Hidráulico.

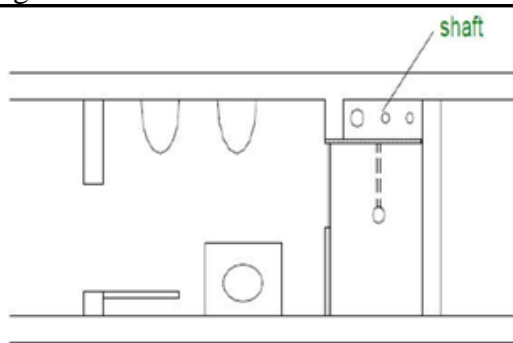


Fonte: Monteiro e Santos (2010).

As ranhuras dos blocos hidráulicos possui o objetivo, também, de diferenciá-lo dos demais, sendo que se deve ter muito cuidado para não misturar blocos na obra, pois possuem resistências e funções diferentes.

Outra opção são os “shafts” hidráulicos, geralmente feitos juntamente com os boxes de banheiros e em áreas de serviço. “Shafts” são passagens deixadas nas lajes, o chamado popular "piso falso" o que evita furação de paredes e pisos facilitando à manutenção, eles são executado de alto a baixo do edifício, especialmente para a locação das prumadas primárias, como demonstra na figura18.

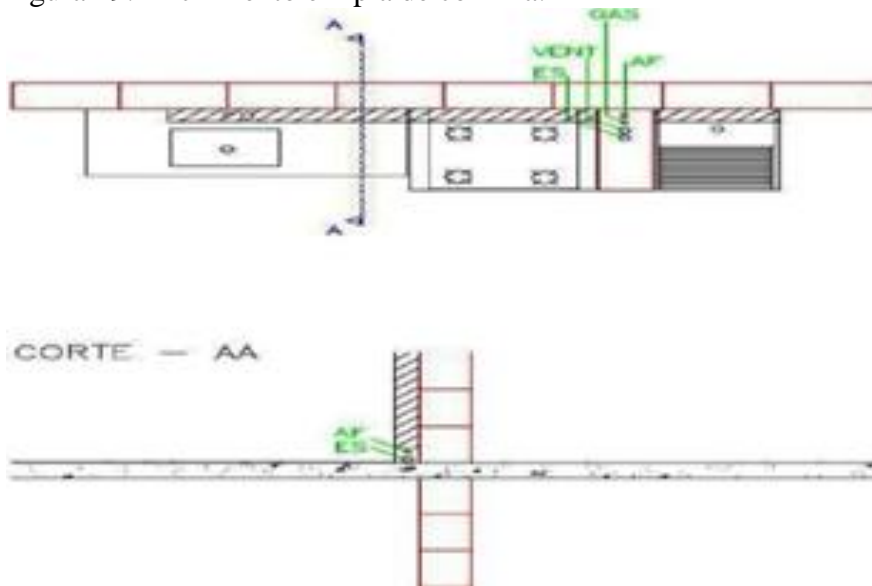
Figura 18: Shaft Hidráulico.



Fonte: Monteiro e Santos (2010).

A opção de enchimento é o aumento da espessura do revestimento em um determinado trecho, por onde passa a tubulação, ficando externa ao bloco. Por exemplo, em situações como a tubulação sob a pia da cozinha, onde o enchimento sob a bancada não chega a comprometer os aspectos arquitetônicos, mostrado na figura 19.

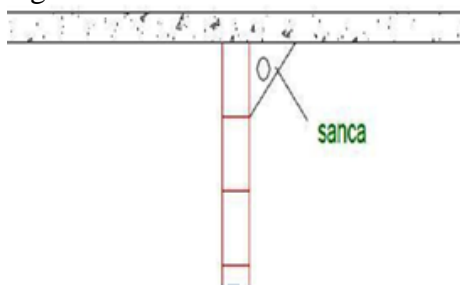
Figura 19: Enchimento em pia de cozinha.



Fonte: Monteiro e Santos (2010).

A sanca é outro tipo de enchimento executado entre o teto e a parede, semelhante ao anterior, por onde podem passar tubulações horizontais, como mostra a figura 20. Junto com o forro falso de gesso, resolvendo dessa forma o problema da passagem do trecho horizontal de tubulações de grande diâmetro. Sanca também é conhecido como uma moldura ornamental entre a parede e o teto de gesso aberto ou fechado.

Figura 20: Sanca.



Fonte: Monteiro e Santos (2010).

E por último e menos utilizado, há outra opção que seria o rebaixamento de lajes, que consiste em facilitar o embutimento de instalações hidrossanitárias horizontais em banheiros, cozinhas e áreas de serviço, também podendo ser adotado em sacadas, varandas e outros ambientes, obtendo o desnível e declividades exigidos.

Segundo ABCI (1990), citado por Monteiro e Santos (2010),

Preferencialmente é recomendável o emprego de paredes hidráulicas e do shaft hidráulico, por serem opções que propiciam maior racionalização e independência entre serviços. Estas também têm a vantagem de não interferirem na estrutura da edificação, bem como facilitarem a posterior manutenção das instalações, quando da edificação em uso.

Outro motivo para o emprego dessas duas opções citadas é a redução de tempo conseguida na execução do serviço, em função de que, tanto a parede hidráulica como o shaft hidráulico são executados em conjunto com o assentamento das demais paredes de alvenaria. A escolha da melhor solução para a passagem das instalações hidrossanitárias constitui, entretanto, uma decisão de cada projeto, em função das condicionantes e fatores intervenientes gerais de cada empreendimento.

Vale lembrar que a importância dos detalhes das soluções citadas para a passagem das tubulações, refere-se ao fato de que as paredes estruturais não devem ser seccionadas. Mesmo sendo soluções práticas de serem aplicadas em qualquer sistema construtivo, especificamente na alvenaria estrutural devem-se ter maiores cuidados.

Após pesquisar alguns trabalhos acadêmicos observou-se que há muitas vantagens no sistema de alvenaria estrutural, como o fato de não haver cortes desnecessários de paredes para a passagem de tubulação elétrica e hidráulica, podendo ser colocadas direto nos vazados dos blocos, reduzindo muito a quantidade de entulhos e usufruindo melhor a mão de obra. Simplificando o projeto hidráulico, ou seja, passando a tubulação pelo interior das paredes, reduzindo a necessidade da presença permanente do encanador na execução da edificação.

3. METODOLOGIA

Os métodos escolhidos para este projeto são:

- ✚ Positivistas: citar as quantidades de materiais desperdiçado, de tempo utilizado em cada etapa e os custos;
- ✚ Descritivo: descrever as etapas, o tempo e o desperdício de cada sistema construtivo;
- ✚ Comparativo: comparar as vantagens do sistema de alvenaria estrutural e de concreto armado.

Inicialmente foram escolhidas obras em processo e com sistemas construtivos diferentes, a de concreto armado e o sistema de alvenaria estrutural.

A metodologia deste trabalho foi dividida em etapas, as quais foram:

- a) Pesquisa e análise das etapas específicas de instalações elétricas e hidrossanitárias;
- b) Pesquisa sobre as etapas nos sistemas de concreto armado e alvenaria estrutural;
- c) Visitas às obras, registrando todos os procedimentos nos dois tipos de sistemas;
- d) Descrição de todas as etapas nos dois sistemas;
- e) Observação dos pontos positivos e negativos de ambos os sistemas; e
- f) Verificação de todos os resultados obtidos e conclusão desse trabalho.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O trabalho foi baseado nas visitas feitas em 5 obras, no Condomínio Solar D'Itália e nos Residenciais Topázio, Yasmim relatando sobre o sistema de concreto armado em relação as instalações elétricas, e somente foi possível relatar sobre a parte de instalações hidráulicas no Residencial Yasmim. No sistema de alvenaria estrutural foi possível relatar sobre duas obras no Residencial Parque Independência e Residencial Jardim das Palmeiras referente às instalações elétricas, e somente na 2ª obra foi possível à parte de instalação hidráulica.

Em relação aos custos de mão de obra e material, não foram possíveis mensurar um valor preciso das cinco obras, pois não há uma confiabilidade dos dados, já que no sistema de concreto armado os valores foram passados de uma forma superficial. Enquanto que no sistema de alvenaria estrutural os valores foram passados pelos construtores, sendo, portanto valores mais precisos, porém desta forma não foi possível fazer uma comparação real e conclusiva, na qual, os custos não serão expostos neste trabalho por falta de dados confiáveis.

4.1 Obra Condomínio Solar D'Itália – Concreto Armado

Localizada na Rua Tenente Coronel Brito, número 138, esquina com Rua Tiradentes. Edificação destinada a salas comerciais e apartamentos residenciais.

Um prédio de alvenaria composto de um bloco único com térreo, sobreloja, 2º e 3º pavimento composto de garagens, pavimento tipo (6x), 10º pavimento, cobertura e casa de máquinas/reservatório de água. Conforme ANEXO A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e L constam a planta de situação e as plantas baixas de todos os pavimentos, cortes e fachada.

4.1.1 Características do Edifício

O edifício é composto de 07 lojas, sendo 05 com sobreloja, 13 apartamentos com três dormitórios, um com suíte, banho, cozinha com área de serviço, hall, estar / jantar e sacada com churrasqueira, 01 apartamento com três dormitórios, sendo um com suíte e closet, banho, cozinha com área de serviço, hall, lavabo, estar com lareira, jantar, sacada com churrasqueira e terraço com churrasqueira, 06 apartamentos com dois dormitórios, sendo um com suíte, banho, cozinha com área de serviço, hall, estar / jantar e sacada com churrasqueira, 33 boxes de estacionamento, hall de entrada, sanitário, central de GLP, lixo, escada, elevador e circulações. No 11º pavimento estará à casa de máquinas do elevador, escada e acesso ao

telhado e ao reservatório de água. As alvenarias foram executadas com tijolos maciços e furadas nas dimensões e alinhamentos constantes no projeto.

A obra em questão está representada através de um projeto renderizado em 3D, através de software e imagens, como mostra na figura 21. O investimento total da obra é de quatro milhões, com duração de 48 meses (4anos).

Figura 21: Projeto Renderizado da Obra Condomínio Solar D'Itália.



Fonte: CK Engenharia, 2014.

4.2 Obra Residencial Parque Independência – Alvenaria Estrutural

Localização Do Empreendimento De Alvenaria Estrutural

- Av. Independência, nº 1810 - Bairro Universitário. Santa Cruz do Sul/RS.
- Próximo à UNISC, como mostra na figura 22.

Figura 22 - Fachada do Residencial Parque Independência.



Fonte: <http://www.parqueindependencia.com.br/site/conheca-o-residencial/>

Características Do Empreendimento De Alvenaria Estrutural

- Apartamentos Studio, 1, 2 e 3 dormitórios;
- Elevador;
- Garagem coberta;
- 3 salões de festas;
- Condomínio fechado com guarita;
- Esquadrias de alumínio externas e madeira interna;
- Água e gás central com medição individual;
- Área de lazer;
- Piso cerâmico em todos os ambientes nos apartamentos Studio e 1 dormitório;
- Água quente, piso laminado e churrasqueira nos apartamentos de 2 e 3 dormitórios.

Informações ap 1 dormitório

- Ap. final 03, bloco A área: 44,09m².

Informações ap 2 dormitório

-Ap. final 05, bloco A: 74,49m²;

- Ap. final 01/04, blocos B,C,D,E: 79,93m²;

- Ap. final 02/03, blocos B,C,D,E: 95,93m².

Informações ap 3 dormitório

-Ap. final 04, bloco A: 92,45m²;

- Ap. final 01/04, blocos B,C,D,E: 79,93m²;

- Ap. final 02/03, blocos B,C,D,E: 95,93m².

4.3 Aplicação da Metodologia

Foram feitas visitas nas obras citadas anteriormente, onde foi analisado, descrito e comparado todos os momentos da colocação da parte elétrica e hidrossanitária/hidráulica. Após foram cronometrados os tempos gastos em cada etapa, descrevendo o material utilizado e desperdiçado.

Após as visitas e as anotações feitas, foi observado qual o sistema é o mais adequado e recomendável, ou seja, foi possível indicar o método que consome menos tempo em cada etapa, que desperdiça menos material e conseqüentemente preserva o meio ambiente,

mostrando as vantagens e desvantagem de cada sistema e analisando cada passo para poder até aprimorar e melhorar os sistemas construtivos.

No anexo M, N O e P constam alguns dos projetos da 1ª fiada do Residencial Parque Independência, que tem o objetivo de mostrar os pontos elétricos já posicionados nos seus devidos locais, sem haver modificações, possibilitando ao eletricista maior facilidade da execução.

4.4 Resultados no Sistema de Concreto Armado – Instalações Elétricas

A pesquisa e análise das etapas foram realizadas na primeira parte do trabalho, o que deu origem ao restante do desenvolvimento, após foram feitas visitas às obras. A seguir são apresentados os resultados da obra de concreto armado, obra Condomínio Solar D'Itália, após sobre as etapas do Residencial Topázio e Residencial Yasmin.

4.4.1 Resultados obtidos Obra Condomínio Solar D'Itália

Os resultados foram obtidos apartir de visitas feitas no Condomínio Solar D'Itália denominada neste trabalho como “**obra 1**”, durante as atividades dos funcionários, onde tudo foi registrado e perguntas foram feitas a cada etapa.

4.4.1.1 Tempo utilizado

Nas visitas técnicas foram acompanhados todos os procedimentos da instalação elétrica na obra 1 e analisado o tempo de duração de cada etapa, conforme tabela 1.

Tabela 1: Duração de cada etapa na parte elétrica Condomínio Solar D'Itália.

Sistema de Concreto armado		
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Périodo da atividade	Resultado Obra 1
Metragem da obra analisada	-	59,70m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	09 de abril-2013 / Das 9:10 às 9:40	0:30h
Corte dos pontos elétricos	09 de abril-2013 /Das 9:40 às 11:20	1:40h
Retirada do entulho	09 de abril-2013 /Das 13:00 às 15:30	2:30h
Colocação dos dutos	10 de abril-2013 /Das 7:30 às 11:30 e 13:30 às 16:00	6:30h
Colocação das caixinhas	11 de abril-2013 /Das 7:30 às 11:30	4h
Enchimento de massa	11 de abril-2013 /Das 13:30 às 16:00	2:30h
Passagem de enfição	Durante 3 dias de abril -2013 /Das 7:30 às 12:00 - 13:00 às 17:30	27h

O electricista e seu ajudante utilizaram 44hs:40min, o equivalente a 6 dias de trabalho, tempo usado para finalizar a marcação dos pontos, rompimento das paredes, colocação dos eletrodutos, colocação das caixinhas chumbadas com argamassa, enfição de todas as tomadas e interruptores.

Após a marcação foram cortadas as paredes com a policorte, em seguida colocados os eletrodutos e as caixinhas nos pontos determinados, como mostra a figura abaixo. A última atividade desta etapa foi o chumbamento das caixinhas elétricas e eletrodutos dos pontos de televisão e telefone. Na figura 23 demonstra todas as etapas realizadas.

Figura 23: Visualização das etapas construtivas do sistema elétrico obra 1.



Fonte: Arquivo pessoal.

A enfição foi feita com bastante cuidado, por ser uma das etapas de uma instalação elétrica, na qual, exige-se mais atenção, conforme figura 24. No anexo Q consta o projeto elétrico da obra.

Figura 24: Colocação de enfição na obra 1.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Um ponto relevante notado nas visitas feitas na obra foi à diferença de tempo gasto para a realização dos cortes nas paredes, por exemplo, quando da utilização da policorte o tempo gasto foi menor do que quando utilizada a maquina com disco de corte aproximadamente uma diferença de 10 minutos para cada ponto elétrico, para o mesmo procedimento da etapa de abertura das paredes para inclusão dos eletrodutos. Não ocorreu imprevistos na colocação da enfição, o que permitiu que a etapa fosse finalizada sem problemas.

4.4.1.2 Desperdício de materiais

Depois de finalizadas essas etapas o desperdício foi avaliado e apresentado na tabela 2.

Tabela 2: Desperdícios parte elétrica no Condomínio Solar D'Itália.

Sistema de Concreto armado	
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Resultado Obra 1
Metragem da obra analisada	59,70m ²
Tijolo quebrado	0,198m ³
Argamassa	0
Eletrodutos	2,5m
Fio guia (arame)	0
Fios	3,6m

No sistema convencional sempre existe rasgos nas paredes e por isso acumulou resíduos que foram difíceis de evitar. Na parte de enfição o desperdício poderia ter sido maior, porém não foi, pois o electricista e seu ajudante reutilizaram boa parte da sobra de fios, como mostra na figura 25, nas emendas finais.

Figura 25: Enfição utilizado e seu respectivo resíduo da obra 1.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Conforme relato do ajudante do electricista, foram utilizados 2 carrinhos de mão que equivale a dois baldes de 18 litros de argamassa para fechar todas as caixinhas deste apartamento e não teve desperdício de argamassa.

4.5 Resultados obtidos Obra Residencial Topázio

Diferente da obra 1, o Residencial Topázio denominada “obra 2”, referente a um prédio de 4 pavimentos, térreo e 3 andares, cada andar com 4 apartamentos, sendo necessário um maior número de visitas para serem registrados os dados de todas as etapas, por questões de imprevistos que atrasaram a obra.

4.5.1 Tempo utilizado

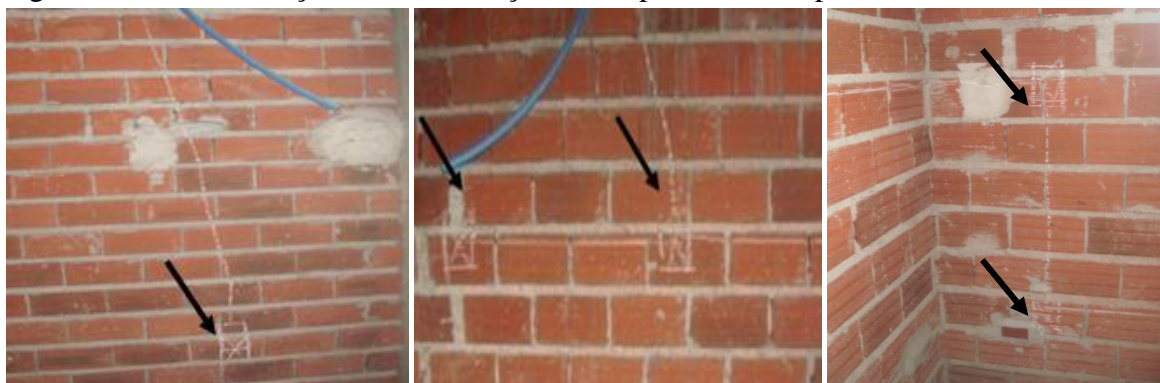
Foram coletados dados desde o início do ano de 2013, e por fim foi registrada a colocação da fiação em 2014, na tabela 3 demonstra cada etapa e o tempo utilizado.

Tabela 3: Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Topázio.

Sistema de Concreto armado		
Atividade Instalações Elétricas-considerando 2 pessoas	Périodo da atividade	Resultado Obra 2
Metragem da obra analisada	-	61,096m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	21 de janeiro -2014 / Das 7:30 às 8:00	0:30h
Corte dos pontos elétricos	21 de janeiro -2014 /Das 8:00às 10:30	2:30h
Retirada do entulho	22 de janeiro -2014 /Das 13:00 às 15:00	2h
Colocação dos dutos	22 de janeiro -2014 /Das 15:00 às 16:00	1h
Colocação das caixinhas	23 de janeiro -2014 /Das 7:30 às 10:00	2:30h
Enchimento de massa	23 de janeiro -2014 /Das 10:00 às 10:30	0:30h
Passagem de enfiacção	10 de outubro -2014 /Das 7:30 às 11:30	4h

Nesta obra para finalizar todas as etapas levou-se 13hs, equivalente a 1dia e uma manhã para fazer toda parte elétrica. Diferente da equipe da 1ª obra, onde foi observado o cuidado em relação ao nivelamento de todas as caixinhas padronizando a mesma altura, onde foi usada a mangueira de nível “equipamento confiável”. As esperas “eletrodutos” foram concretadas junto com a laje, conforme projeto, já sabendo que nesse sistema de construção comumente ocorrem modificações posteriores nos pontos elétricos, o que pode aumentar o tempo utilizado para as etapas subsequentes, uma vez que algum ponto tenham ficado em desacordo com o projeto, podendo ainda provocar consequências futuras, como choques elétricos, caso algum morador resolva fazer algum furo na parede e encontre algum eletroduto que tenha sido colocado diferentemente da indicação do projeto. Primeiramente foi feito as marcações com giz em todos os pontos elétricos e após o corte com o cortador de parede com dois discos, conforme a figura 26.

Figura 26: Visualização das marcações na parede dos pontos elétricos da obra 2.





Fonte: Arquivo Pessoal.

Após o corte foram retirados os pedaços de tijolos e argamassa, para dar lugar aos eletrodutos futuramente instalados, utilizando a talhadeira e o martelo, mostrada na figura 27.

Figura 27: Visualização dos cortes na parede dos pontos elétricos da obra 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Mesmo tentando minimizar as quebras nesta etapa do sistema de concreto armado, foi inevitável o acúmulo de entulho.

Foi observado que esta equipe utilizou eletroduto liso para lajes, por ser mais resistente, evitando que algum funcionário da obra danifique o duto (caso alguém suba por cima dos mesmos e o quebre), já nas paredes foi utilizado o eletroduto corrugado por ser mais simples, conforme a figura 28.

Figura 28: Colocação dos eletrodutos na parede nos pontos elétricos da obra 2.





Fonte: Arquivo Pessoal.

Um ponto importante observado, foi que ao passar os eletrodutos no sentido longitudinal aos tijolos, conforme a figura 29, foram necessários apenas pequenos buracos para retirada da argamassa utilizada na união dos tijolos, o que reduziu a quebra desses e conseqüentemente o volume de entulho gerado, além do tempo gasto para a abertura do “espaço” para os eletrodutos, minimizando um dos maiores inconvenientes do sistema convencional.

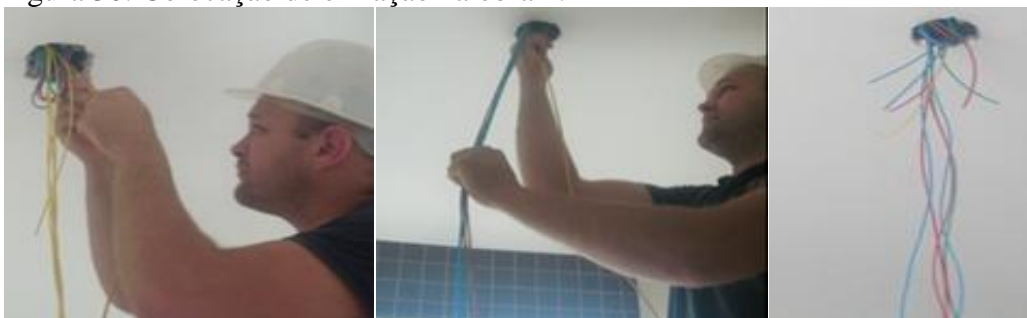
Figura 29: Corte horizontal na parede da obra 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Foram aproximadamente 54 pontos elétricos, onde foi utilizado o fio guia para puxar os fios por dentro dos eletrodutos, como mostra a figura 30.

Figura 30: Colocação de enfição na obra 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O projeto elétrico no anexo R mostra todos os pontos de tomadas, disjuntores, TV, telefone e interfone.

4.5.2 Desperdícios de materiais

O material desperdiçado neste apartamento mesmo tendo área inferior que na obra 1, foi menor já que a equipe utilizou uma metodologia e equipamento diferentes, na tabela 4 mostra seus desperdícios.

Tabela 4: Desperdícios parte elétrica na obra Residencial Topázio.

Sistema de Concreto armado	
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Resultado Obra 2
Metragem da obra analisada	61,096m ²
Tijolo quebrado	0,072m ³
Argamassa	0
Eletrodutos	2m
Fio guia (arame)	0
Fios	1,5m

Conforme o eletricitista, foram utilizados 2 baldes de 18litros de argamassa para fechar todas canaletas, ou seja, existe o entulho que sai, como mostra na figura 31, e posteriormente este espaço precisa-se ser fechado com argamassa, junto as caixinhas são chumbadas, porém não teve desperdício de massa.

A enfição foi feita de forma mais econômica comparando com a obra 1, onde se conseguiu atingir uma quantidade mínima de desperdícios de fios, conforme a figura 31.

Figura 31: Desperdícios da obra Topázio.





Fonte: Arquivo Pessoal.

A figura 32 mostra o tipo de mangueira utilizada em todas as paredes do apartamento, os equipamentos para as marcações e remoção dos tijolos, como o cortador de parede com 2 discos diferente da obra 1, a talhadeira e o martelo, respectivamente.

Figura 32: Materiais e equipamentos utilizados.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Poderiam ser utilizados outros equipamentos com maior agilidade como a fresadora de paredes, o que diminuiria o tempo gasto na marcação e quebra, pois a mesma faz ambos os procedimentos ao mesmo tempo, o fator que inviabiliza a utilização desse equipamento é o seu custo alto inicial, aproximadamente R\$ 5.000,00.

4.6 Resultados obtidos na Obra Residencial Yasmim

Na obra Residencial Yasmim denominada “obra 3” foram feitas visitas com mesma frequência que na obra 2. Por ser a mesma equipe os procedimentos foram os mesmos.

4.6.1 Tempo utilizado

A obra 3, é composta por 5 pavimentos; subsolo, um pavimento térreo e três pavimentos, contendo 6 apartamentos por andar. Na tabela 5 mostra todas as etapas.

Tabela 5: Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Yasmim.

Sistema de Concreto armado		
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Périodo da atividade	Resultado Obra 3
Metragem da obra analisada	-	37,43m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	4 de abril -2014 / Das 7:30 às 7:45	0:15h
Corte dos pontos elétricos	4 de abril -2014 /Das 7:45 às 8:45	1h
Retirada do entulho	4 de abril -2014 /Das 8:45 às 9:45	1h
Colocação dos dutos	4 de abril -2014 /Das 9:45 às 11:45	2h
Colocação das caixinhas	4 de abril -2014 /Das 13:30 às 15:00	1:30h
Enchimento de massa	4 de abril -2014 /Das 15:00 às 15:30	0:30h
Passagem de enfição	15 de outubro -2014 /Das 7:30 às 10:00	2:30h

Na obra 3 a duração de todas etapas citadas acima foi de 8hs:45min, aproximadamente 1 dia de trabalho. Na figura 33 mostra a colocação de caixinhas, eletrodutos e fechamento das mesmas. No anexo S consta o projeto elétrico do Residencial Yasmim.

Figura 33: Visualização das etapas construtivas do sistema elétrico obra 3.





Fonte: Arquivo Pessoal.

A obra 3 possui 35 pontos elétricos, um número bem menor que a obra 2, por isso a quantidade de argamassa para fechar as canaletas foi em torno de 1 balde de 18 litros, na qual não teve desperdícios de massa.

Como o apartamento da obra 3 foi destinado à locação para estudantes, com área reduzida e apenas um dormitório, o processo de colocação da enfição foi mais rápido, por ter menos pontos elétricos, registrado na figura 34.

Figura 34: Instalação dos fios na obra 3.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.6.1.1 Desperdícios de materiais

O material perdido foi medido logo após o término da etapa, na tabela 6 mostra os quantitativos.

Tabela 6: Desperdícios parte elétrica obra Residencial Yasmim.

Sistema de Concreto armado	
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Resultado Obra 3
Metragem da obra analisada	37,43m ²
Tijolo quebrado	0,036m ³
Argamassa	0
Eletrodutos	1m
Fio guia (arame)	0
Fios	1m

Analisando entre as três obras de concreto armado, verificou-se que a segunda equipe, referente a obra 2 e 3, finalizou as etapas com uma duração menor. Referente aos desperdícios, a equipe responsável pela obra 2 e 3 teve menor perda de material como mostra na figura 35.

Figura 35: Desperdícios de materiais obra 3.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.7 Resultados no Sistema de Alvenaria Estrutural – Instalações Elétricas

Nas obras de alvenaria estrutural também ocorreram visitas, nas quais foram coletados os dados, mas por questões diversas foram analisadas apenas duas obras de alvenaria estrutural. Foram feitas visitas no Residencial Parque Independência na cidade de Santa Cruz do Sul e após no Residencial Jardim das Palmeiras na cidade de Venâncio Aires.

4.7.1 Resultados obtidos no Residencial Parque Independência

Nesta obra de alvenaria estrutural denominada “obra 4” ocorreram poucas visitas, por isso foram descritos dados apenas da parte elétrica.

4.7.1.1 Tempo utilizado

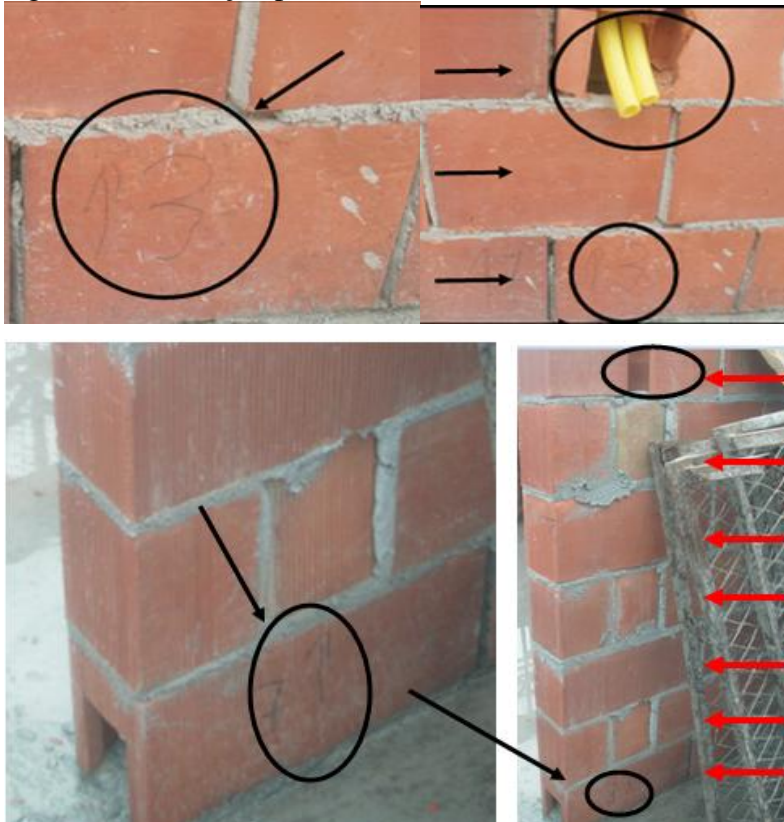
Neste tipo de sistema de construção notou-se que o retrabalho praticamente não existe e que os procedimentos “etapas” podem ser rápidos pela sua objetividade, na tabela 7 mostra o tempo gasto de cada item a ser feito.

Tabela 7: Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Parque Independência.

Sistema de Alvenaria Estrutural		
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Périodo da atividade	Resultado Obra 4
Metragem da obra analisada	-	95,93m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	23 de abril -2014 / Das 7:30 às 7:45	0:15h
Corte dos pontos elétricos	23 de abril -2014 /Das 7:45 às 8:05	0:20h
Retirada do entulho	-	0
Colocação dos dutos	23 de abril -2014 /Das 8:10 às 9:30	1:20h
Colocação das caixinhas	23 de abril -2014 /Das 9:30 às 11:00	1:30h
Enchimento de massa	23 de abril -2014 /Das 11:00 às 11:30	0:30h
Passagem de enfiacção	23 de outubro -2014 /Das 13:00 às 15:00	2h

A obra 4 mostra claramente que faz parte de um sistema na construção civil que se destaca por ser uma forma mais prática de construir, para todas as etapas estarem prontas levou-se 5hs:55min. Conforme comentário do experiente electricista Claudio:“- Prefiro e indico o sistema de alvenaria estrutural, pois é mais prático e rápido”, os profissionais que possuem experiência nos dois sistemas optam pela alvenaria estrutural. Para facilitar o serviço, foram feitas marcações a lápis no próprio bloco, indicando exatamente o local onde deveria ser cortado, para o posicionamento da caixinha. A marcação foi feita no espaço vazado do bloco, facilitando a execução das etapas seguintes, como a colocação da caixinha. As marcações nos blocos para as caixinhas foram feitas pelo mestre de obras conforme projeto, deixando pronta a indicação dos pontos elétricos para depois o pedreiro somente se preocupar em assentar as fiadas. Para colocação das caixinhas na fiada certa, foi utilizado um sistema de localização, ou seja, no momento da marcação da 1ª fiada foi identificado o local do corte indicando o número da fiada, como mostra a figura 36, o número 3 e o 7 com uma indicação visual que significa a existência de pontos elétricos naquele alinhamento, o que evita problemas futuros em relação à posição de pontos elétricos.

Figura 36: Marcação por fiada na obra 4.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na obra de alvenaria estrutural o electricista seguiu fielmente o projeto que está no anexo T, onde identificou com facilidade o local exato do ponto elétrico, por exemplo, na figura 37, no item destacado, foi apresentado o bloco que deveria ter o ponto elétrico, esse também apresentava a legenda para os símbolos, no caso destacado referia-se a um ponto de interruptor/tomada média (6° fiada).

Figura 37: Marcação no projeto na obra 4.



Fonte: Empresa Zagonel.

Para agilizar os procedimentos como mencionado no início do trabalho, os blocos cerâmicos foram cortados com antecedência “na serra de bancada”, com isso deixando um número suficiente de blocos prontos para cada apartamento. O procedimento para o corte foi padronizado, onde iniciaram medindo a caixinha, após marcação “para padronizar o tamanho e a posição do corte”, etapas mostradas na figura 38.

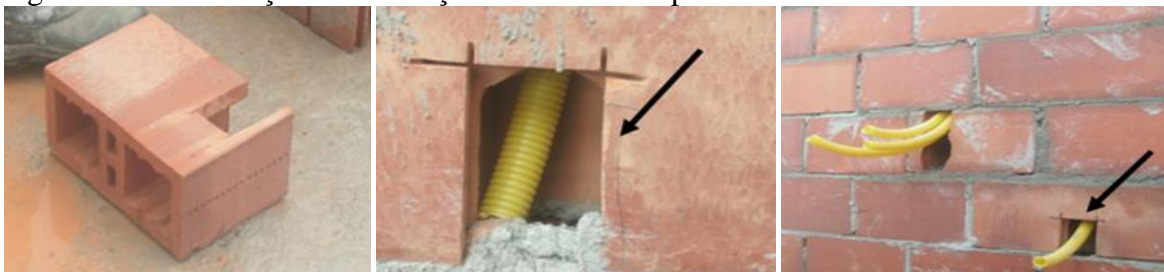
Figura 38: Visualização da marcação e corte dos pontos elétricos da obra4.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Após o pedreiro foi utilizando os blocos cortados onde ocorria a indicação dos pontos elétricos, conforme marcação do mestre de obra. O que facilitou o trabalho dos eletricitas, pois todos os pontos já estavam marcados e cortados, prontos para colocação das caixinhas e dos eletrodutos, conforme a figura 39.

Figura 39: Visualização da colocação dos dutos nos pontos elétricos da obra 4.





Fonte: Arquivo Pessoal.

A quantidade de massa utilizada para chumbar as caixinhas foi de 2 colheres pequenas de pedreiro por caixinha, para um apartamento foi medido aproximadamente 2 baldes de 18litros. Fechamento das caixinhas com argamassa mostrada na figura 40.

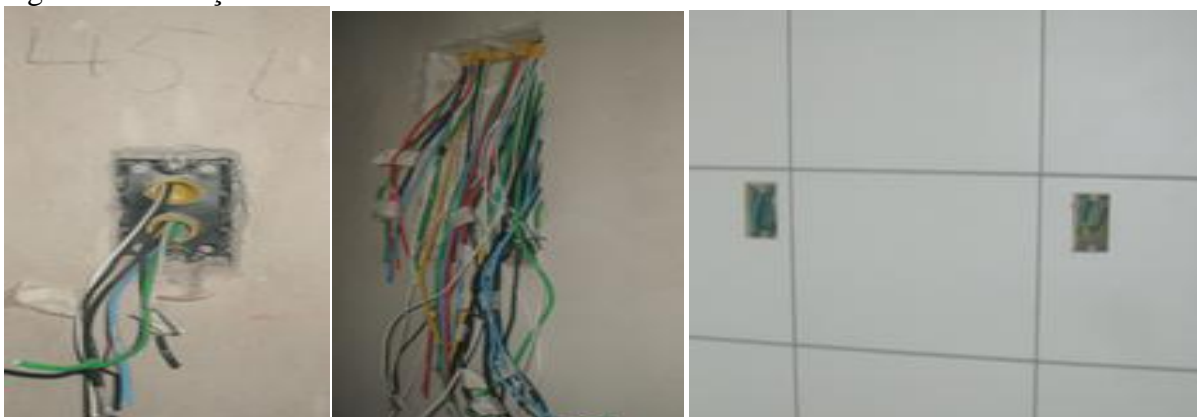
Figura 40: Fechamento das caixinhas com massa da obra 4.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Os eletricitistas da obra 4, Claudio e Adriano, compartilham da mesma opinião, que em obras de alvenaria estrutural possui a vantagem de ser o mais prático, com menor custo com a mão de obra, por trabalharem de forma econômica, tentando reaproveitar todo material possível. Na parte de enfição exige mais cuidado por ser a etapa mais complexa, parte finalizada como mostra na figura 41.

Figura 41: Enfição da obra 4.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.7.1.2 Desperdícios de materiais

Como mencionado anteriormente, praticamente não houve desperdícios de mangueiras, e todas as sobras foram reutilizadas. Para minimizar ainda mais a sobra, foram utilizadas as pequenas sobras de mangueiras para preencher espaços vazios dos buracos onde são colocadas as caixinhas, o que reduziu o volume de massa utilizada para o chumbamento dessas. Na tabela 8 mostra os quantitativos dos desperdícios.

Tabela 8: Desperdícios parte elétrica obra Parque Independência.

Sistema de Alvenaria Estrutural	
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Resultado Obra 4
Metragem da obra analisada	95,93m ²
Tijolo quebrado	0,018m ³
Argamassa	0
Eletrodutos	1,5m
Fio guia (arame)	0
Fios	3m

Os materiais foram utilizados de forma mais econômica, onde foi priorizado o uso estritamente necessário, por exemplo, as mangueiras corrugadas de cor amarela foram cortadas dentro dos blocos para evitar gastos desnecessários com desperdícios. A sobra de bloco quebrado foi somente o espaço onde foi colocada a caixinha conforme mostra na figura 42.

Figura 42: Desperdício de bloco cerâmico na obra 4.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.8 Resultados obtidos no Residencial Jardim das Palmeira

Foi feita uma visita no Residencial Jardim das Palmeiras denominada “**obra 5**”, construída com blocos de alvenaria estrutural, contendo quatro blocos iguais, de quatro pavimentos com quatro apartamentos por andar, no total são 16 por bloco e no geral 64 moradias.

4.8.1 Tempo utilizado

Na obra 5 observaram-se algumas metodologias que podem modificar os resultados das etapas. Para ser realizado o serviço na obra 5 foram 7hs:30min, aproximadamente 1 dia de trabalho em cada apartamento. Na tabela 9 mostra todos os procedimentos e seus respectivos tempos.

Tabela 9: Duração de cada etapa na parte elétrica Residencial Jardim das Palmeiras.

Sistema de Alvenaria Estrutural		
Atividade Instalações Elétricas-considerando 2 pessoas	Périodo da atividade	Resultado Obra 5
Metragem da obra analisada	-	52m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	20 de outubro -2014 / Das 7:30 às 7:50	0:20h
Corte dos pontos elétricos	20 de outubro-2014 /Das 7:50 às 8:20	0:30h
Retirada do entulho	-	0
Colocação dos dutos	20 de outubro -2014 /Das 8:20 às 11:20	3h
Colocação das caixinhas	20 de outubro -2014 /Das 11:20 às 12:00	0:40h
Enchimento de massa	20 de outubro -2014 /Das 11:00 às 11:30	0
Passagem de enfiiação	20 de outubro -2014 /Das 13:00 às 16:00	3h

Foram acompanhadas todas as etapas, inicialmente foi analisada a forma em que foram feitas as marcações nas paredes, o alinhamento e no ponto elétrico marcado um “X”, conforme o projeto. Após essa etapa foram colocados os dutos, concretada a última fiada feita com bloco canaleta (em forma de U), e colocada a laje pré-moldada, conforme a figura 43.

Figura 43: Marcação nas paredes e demonstração de dutos pela laje na obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Logo em seguida foram feitos os cortes nas paredes com a furadeira “serra copo” com diâmetro de 10 cm, porém este procedimento foi feito direto nas paredes, o que diferencia da obra 4, que foi feito o corte numa central. Um fator de grande relevância foi à experiência da equipe, por exemplo, quando o pedreiro que assentava as fiadas, precisava ficar atento em deixar a passagem para os dutos pelo bloco canaleta na última fiada. Uma das últimas etapas foi à colocação do fio guia dentro dos dutos para verificar se havia obstrução da passagem da enfição para depois passar os fios. Nesta obra em questão a laje era pré-fabricada, conseqüentemente poderiam ter pontos entupidos e que são descobertos somente durante o procedimento de colocação dos fios. Etapas nas quais são mostradas na figura 44.

Figura 44: Visualização de algumas etapas construtivas do sistema elétrico da obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Nesta obra foi utilizada uma caixinha “com a superfície externa arredondada” que elimina a utilização da argamassa para o chumbamento, apenas foram isoladas posteriormente para não entrar massa do reboco, na respectiva etapa.

A figura 45 mostra o procedimento executado pelo eletrícista no momento da visita. A etapa de colocação de enfição foi mais demorada, pois teve que ser feita por duas pessoas, onde demandou mais cuidado com as cores de cada fiação, sempre respeitando a norma padrão.

Figura 45: Colocação de fios na obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.8.1.1 Desperdícios de materiais

Não foi possível registrar todos os tipos de resíduos, pois alguns procedimentos já haviam sido concluídos há algumas semanas, porém houve a possibilidade de estimar o volume de desperdício, na tabela 10 mostra os quantitativos.

Tabela 10: Desperdícios parte elétrica obra Jardim das Palmeiras.

Sistema de Alvenaria Estrutural	
Atividade Instalações Elétricas- considerando 2 pessoas	Resultado Obra 5
Metragem da obra analisada	52m ²
Tijolo quebrado	0,007m ³
Argamassa	0
Eletrodutos	2,5m
Fio guia (arame)	60m
Fios	1m

O volume de resíduo foi estimado conforme a parte que foi recortada do bloco cerâmico. Na argamassa não ocorreram desperdícios, pois a colocação das caixinhas na parede foi embutida com pressão, sem a necessidade de chumbamento. Nos fios quase não ocorreram desperdícios. No arame utilizado como fio guia, a sobra foi elevada, por ser usado somente uma vez, conforme a figura 46.

Figura 46: Desperdícios na obra 5.

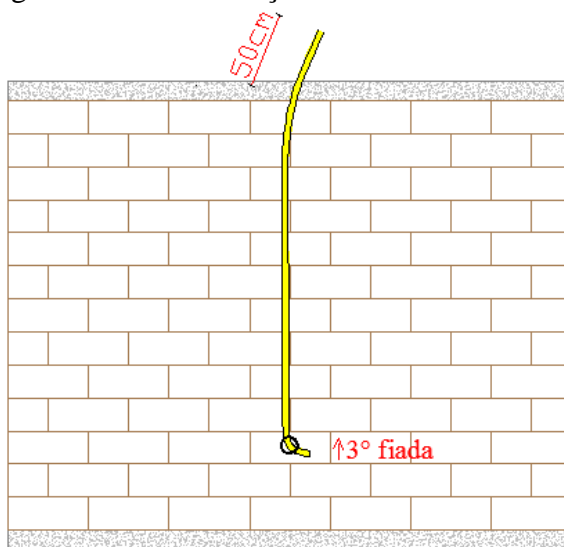


Fonte: Arquivo Pessoal.

Referente ao desperdício de dutos poderia ser evitado caso fosse feita da mesma forma que obra anterior, eles poderiam ser cortados já dentro dos blocos como foi feito na obra 4 assim ocorreria menos desperdícios. Por isso a metodologia da obra 5 não foi a mais prática nesta etapa da colocação dos dutos.

Nos dutos, ocorreram pequenos desperdícios resultantes de um procedimento adotado pelo eletricitista, em dias de chuva para adiantar o serviço foi aproveitado para deixar os dutos cortados, onde o eletricitista adicionou um pequeno pedaço de sobra para usar como espera, como mostra na figura 47, porém geralmente acaba sobrando e o montante resulta num desperdício desnecessário.

Figura 47: Demonstração do duto instalado e sua respectiva sobra na obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Outro diferencial foi relacionado à forma que são cortados os blocos, na obra 4 são cortados numa central e o pedreiro no momento da 1ª fiada já sabe onde precisa do bloco cortado, conforme marcação do mestre de obra que já realizou com antecedência. Na obra 5 o pedreiro não precisou se preocupar com os pontos elétricos no momento do assentamento dos blocos, pois no momento de fazer a parte elétrica o próprio eletricitista foi marcando conforme projeto e cortando direto na parede os pontos necessário, o que foi analisado conforme tabela 7 e 9 nos tempos utilizados para tais etapas, que na obra 4 ocupou menos tempo para fazer marcação, corte e colocação de dutos comparando com a obra 5, ou seja, entre as duas obras de alvenaria estrutural o resultado diferencia por ser equipe diferente, pelo fato que cada uma teve uma metodologia aplicada.

4.9 Comparações finais entre os sistemas

Comparando entre as três obras de concreto armado a equipe da obra 2 e 3 sendo a mesma, mostrou um resultado mais eficiente pelos dados obtidos, conforme tabela 11. Analisando num geral a metodologia da equipe das obras de alvenaria estrutural notou-se que na obra 4 foi a mais eficiente comparando com a obra 5, porém um dos fatores positivos da obra 5 foi relacionado ao tipo de material usado, conforme a caixinha com formato arredondado evitou gasto com tempo e material não sendo necessário o uso de massa para fechamento da mesma.

Tabela 11: Levantamento de tempo e desperdícios dos sistemas da parte elétrica.

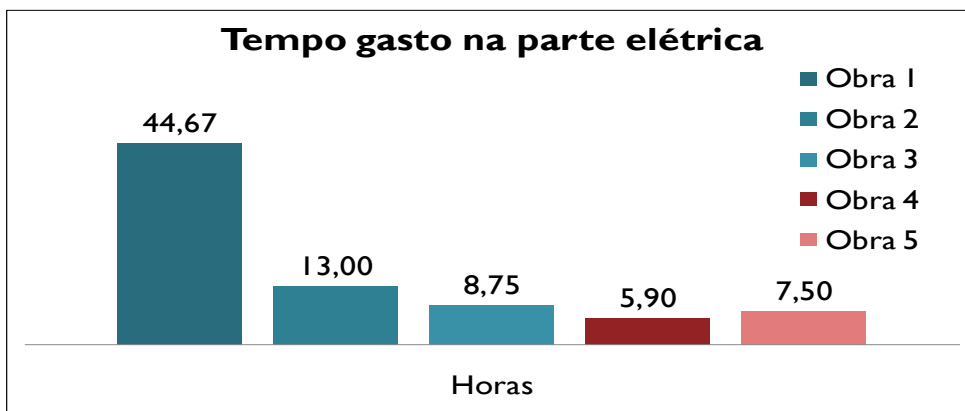
Atividade Instalações Elétricas-considerando 2 pessoas	Concreto armado			Alvenaria estrutural	
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5
Metragem de cada obra analisada	59,70m ²	61,096m ²	37,43m ²	95,93m ²	52m ²
Marcação na parede dos pontos elétricos	0,30h	0,30h	0,15h	0,15h	0:20h
Corte dos pontos elétricos	1:40h	2:30h	1h	0,20h	0:30h
Retirada do entulho	2:30h	2h	1h	0	0
Colocação dos dutos	6:30h	1h	2h	1:20h	3h
Colocação das caixinhas	3:15h	2:30h	1:30h	1:30h	0:40h
Enchimento de massa	3:15h	0,30h	0,30h	0,30h	0
Passagem de enfição	27h	4h	2:30h	2h	3h
Tijolo quebrado	0,198m ³	0,072m ³	0,036m ³	0,018m ³	0,007m ³
Argamassa	0	0	0	0	0
Eletrodutos	2,5m	2m	1m	1,5m	2,5m
Fio guia (arame)	0	0	0	0	60m
Fios	3,6m	1,5m	1m	3m	1m

Comparando entre os dois sistemas e analisando todos os pontos, conclui-se que a obra de alvenaria estrutural se torna um sistema mais prático de aplicar, por ser uma metodologia com menos desperdícios principalmente com quebra de parede e o tempo para todas as etapas foi o menor. Outro ponto positivo na alvenaria estrutural foi por ser um sistema, na qual, existe uma organização e uma fidelidade ao projeto elétrico, e pelas visitas feitas foi possível observar uma obra mais limpa, onde todos os desperdícios são armazenados numa central deixando um fácil acesso para os funcionários e facilitando o trabalho de todos.

Um dos pontos negativos do sistema de concreto armado foi o fato dos eletricitistas não possuírem um projeto para se basear, apresenta a quantidade de pontos, mas não indica exatamente seu local e por onde irá passar os dutos, e em alguns casos eles cortam caminho pela parede o que dificulta a visualização dos canais depois de pronto.

Para melhor mostrar as diferenças dos resultados foram montados gráficos com a comparação dos tempos gastos para finalização das etapas e comparação de todos os tipos de desperdícios entre as obras de concreto armado e alvenaria estrutural.

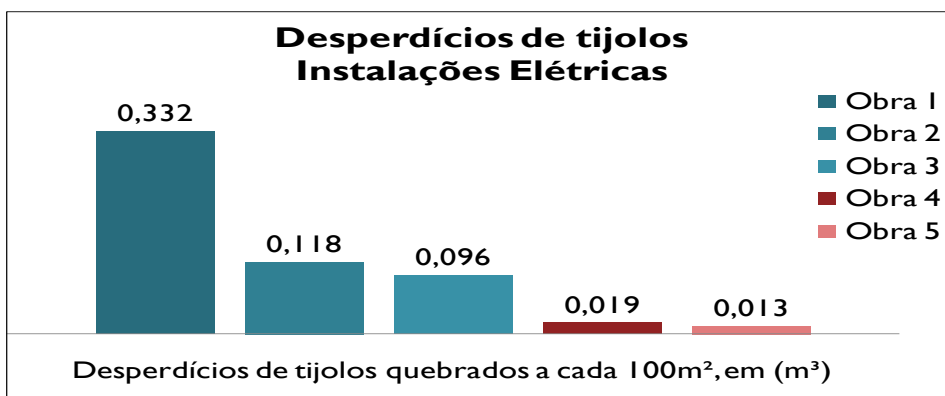
Gráfico 1 – Tempo gasto na parte elétrica de todas as obras.



Comprova-se através do gráfico 1 que a obra 4 de alvenaria estrutural foi o sistema construtivo que obteve-se o menor tempo para finalizar todas as etapas e a obra 1 de concreto armado foi o maior tempo gasto para finalização de todas as etapas.

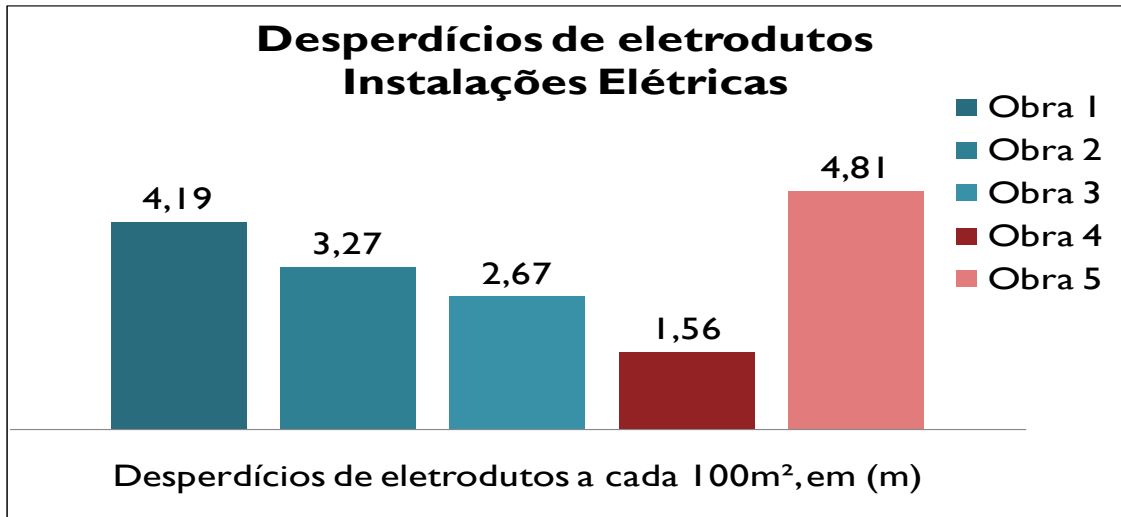
Já no gráfico 2 foi comparado os desperdícios de tijolos quebrados, onde mostrou que na obra 5 de alvenaria estrutural foi a que teve menos desperdícios e novamente a obra 1 de concreto armado foi o maior volume de resíduos.

Gráfico 2 – Desperdícios de tijolos na parte elétrica de todas as obras.



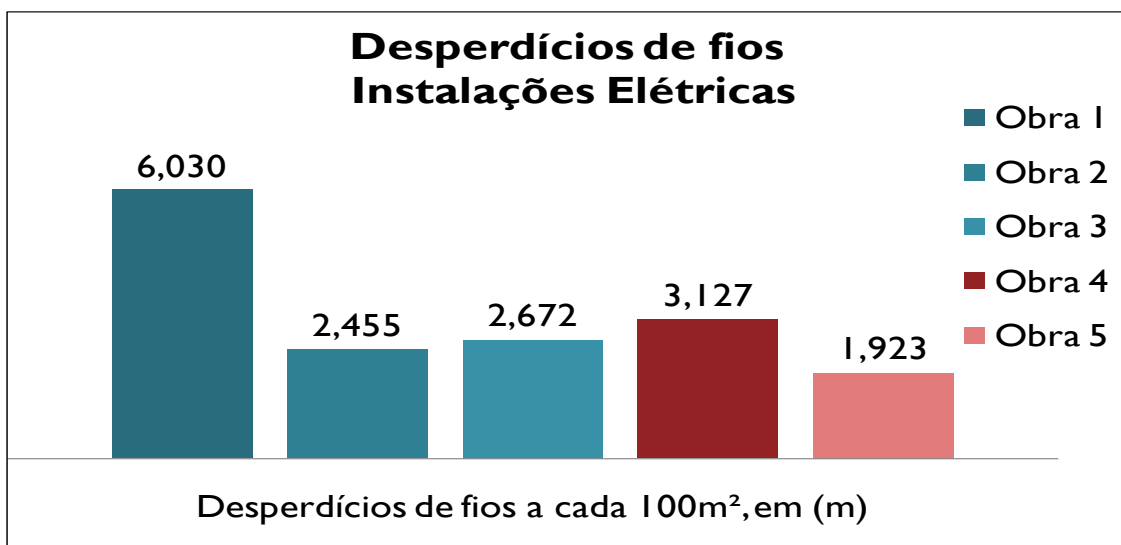
A seguir no gráfico 3 consta uma comparação dos desperdícios de eletrodutos, na qual, a obra 5 de alvenaria estrutural resultou no maior gráfico, mas levando em consideração sua metragem quadrada, onde a obra 5 possui área maior que a obra 1, e as duas obras resultando num desperdício de 2,5m de eletrodutos, a obra 5 ainda desperdiçou menos.

Gráfico 3 – Desperdícios de eletrodutos na parte elétrica de todas as obras.



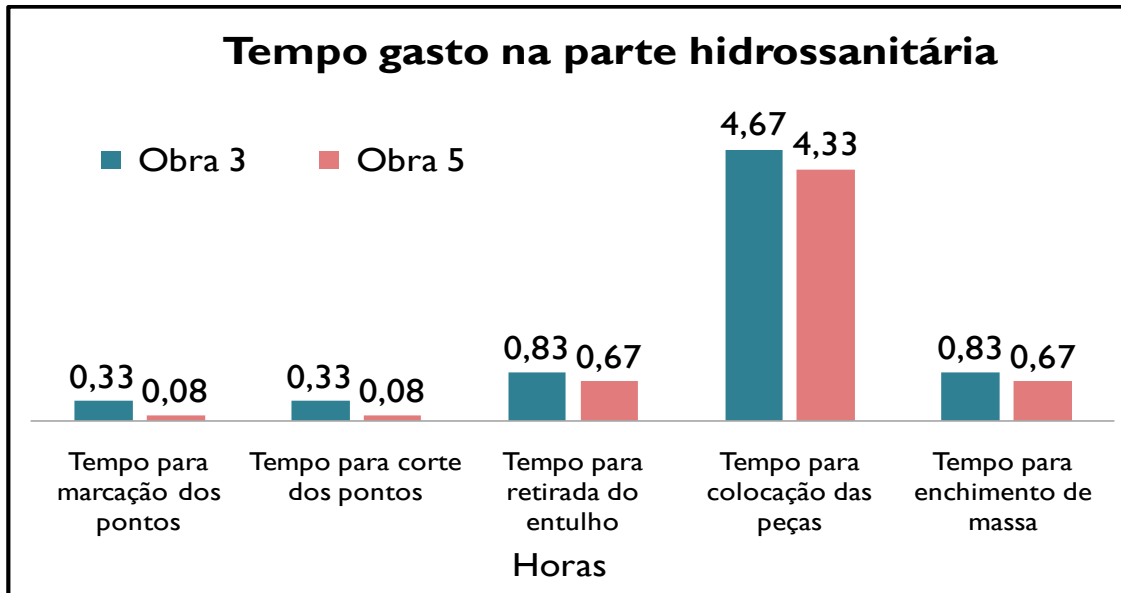
No gráfico 4, demonstra a diferença de desperdícios de fios em todas as obras, o que resultou menor resíduo de fios na obra 5 de alvenaria estrutural e permanecendo o maior desperdício com a obra 1 de concreto armado.

Gráfico 4 – Desperdícios de fios na parte elétrica de todas as obras.



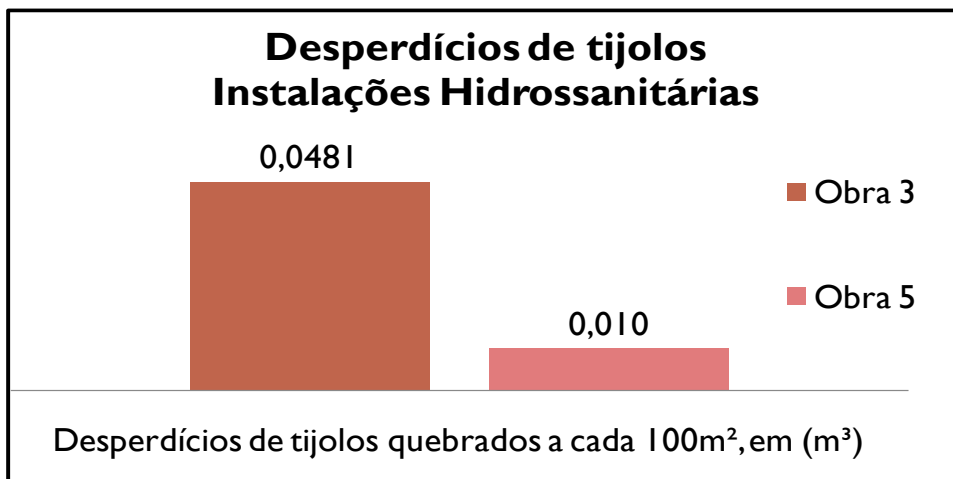
Conforme gráfico 5, comprova-se que o tempo para finalizar todas as etapas entre os dois sistemas foi a obra 5 de alvenaria estrutural.

Gráfico 5 – Tempo gasto na parte hidrossanitária em todas as etapas nos dois sistemas.



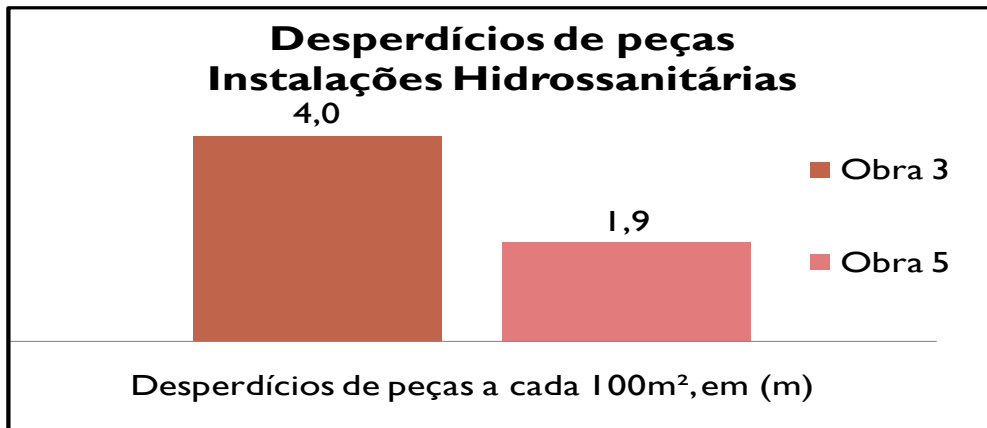
No gráfico 6 mostra que na parte hidráulica se repete o mesmo resultado que no subsistema anterior, na obra 5 de alvenaria estrutural teve menos desperdícios de tijolos.

Gráfico 6 – Desperdícios de tijolos na instalação hidrossanitária.



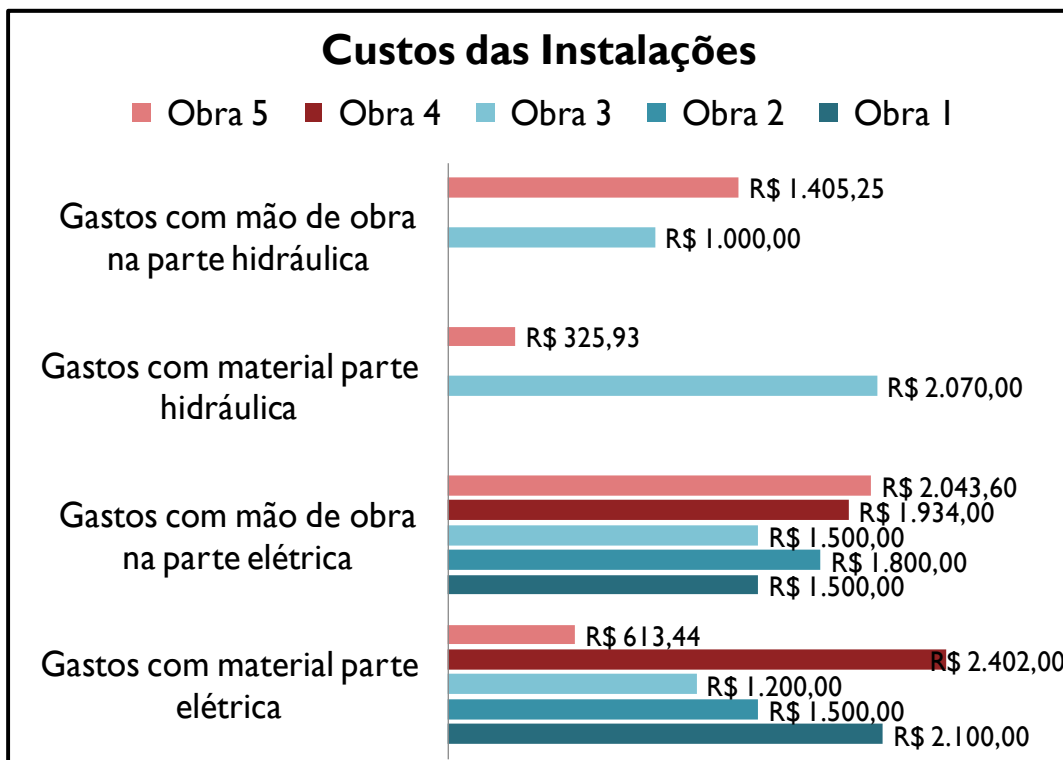
No gráfico 7 comparando a obra 3 e 5 e levando em consideração suas áreas quadradas demonstra que na obra 5 foi a que teve menos desperdícios de peças, e a obra 3 de concreto armado teve um volume maior.

Gráfico 7 – Desperdícios de peças na instalação hidrossanitária.



Na última comparação no gráfico 8 mostra as comparações dos custos de materiais e mão de obra de todas as obras comparando os dois sistemas construtivos, porém foi um dos objetivos que não foi atingido, e por essa questão não tem uma conclusão confiável.

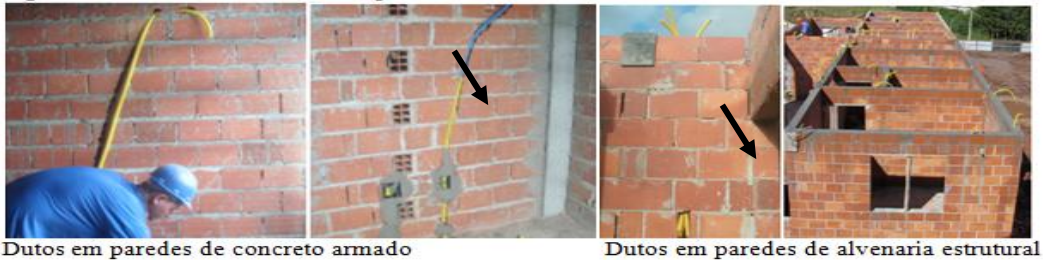
Gráfico 8 – Desperdícios de peças na instalação hidrossanitária.



4.9.1 Vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos

Diferente do sistema de concreto armado à vantagem no sistema de alvenaria estrutural foi à forma da colocação dos dutos, que pela figura 48 demonstra a diferença entre os dois sistemas, enquanto a parede de concreto armado foi quebrada as canaletas para colocar os dutos, no outro sistema os canais são colocados por cima, pela parte interna dos blocos onde evita a quebra sem controle das paredes, reduzindo os desperdícios de resíduos.

Figura 48: Diferença dos dutos nas paredes dos dois sistemas.



Dutos em paredes de concreto armado

Dutos em paredes de alvenaria estrutural

Fonte: Arquivo Pessoal.

Outro fator analisado, foi à etapa de revestimentos em função do tipo de material e sistema, que apresentaram variações na espessura do revestimento, que influenciou nos custos de material e mão de obra. Na obra 3 de concreto armado a espessura do revestimento interno foi de 2,5cm e na obra 4 de alvenaria estrutural foi de 1,5cm, como mostra na figura 49, uma diferença de 1cm, que se for calculado o gasto de argamassa com essa mudança de espessura o montante certamente fornecerá um valor considerável, na qual, mostra que na alvenaria estrutural possui suas vantagens que devem ser mensuradas. Por exemplo, na obra 3 e 4 os tamanhos de tijolo e bloco respectivamente foram de: 11,5x14x24 cm e 19x19x14 cm, dessa forma conclui-se que pelo bloco ser maior na obra 4, a quantidade de materiais para revestimento é menor, pois a espessura da camada é menor devido às paredes que são mais alinhadas. No concreto armado, avalia-se que há desníveis nos encontros da estrutura com o fechamento e, por isso, exigiria um revestimento mais grosso.

Figura 49: Espessuras dos rebocos dos dois sistemas.



Concreto Armado

Alvenaria Estrutural

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.10 Resultados no Sistema de Concreto Armado – Instalações Hidrossanitárias

Na parte de Instalações Hidrossanitárias existem mais cuidados que na parte elétrica, o projeto hidráulico requer um cuidado maior por ter mais detalhes e ser mais complexo.

Foram realizadas visitas em obra de concreto armado e de alvenaria estrutural, onde foi comparada os dois sistemas.

4.10.1 Resultados obtidos Obra Residencial Yasmim

O tipo de material utilizado nas instalações hidráulicas, seu tamanho e espessura devem estar listados no memorial descritivo fornecido pelo projetista especializado, pois variam conforme o escoamento e os fluidos a serem transportados. No caso das tubulações de água fria, por exemplo, o escoamento é pressurizado, enquanto a condução do esgoto é feita por gravidade.

Os projetos de instalações hidráulicas, desenvolvidos por escritórios especializados, são entregues às empresas instaladoras e devem contemplar a rede de distribuição - formada por barriletes, colunas, ramais e sub-ramais - e a especificação dos materiais. Isso significa que incluem reservatórios inferior e superior, bombas, tubos, válvulas, medidores, ligações externas, peças de conexão e, eventualmente, cisternas para o reaproveitamento da água, contemplando todas as fases da obra, desde o início até a execução dos acabamentos.

A seguir consta a análise da visita feita na obra 3 de concreto armado para verificar as instalações de esgoto e de água concentradas na cozinha, lavanderia e banheiros.

4.10.1.1 Tempo utilizado

Primeiramente foi feita a parte de esgoto da cozinha, os passos que o encanador seguiu consta na tabela 12.

Tabela 12: Tempos das etapas da instalação hidráulica obra Residencial Yasmim.

Sistema de Concreto armado		
Atividade Instalação Hidráulica-considerando 1 pessoa	Périodo da atividade	Resultado Obra 3
Metragem de cada obra analisada	-	37,43m ²
Marcação dos pontos	27 de fevereiro -2014 / Das 7:30 às 7:50	0:20h
Corte dos pontos	27 de fevereiro -2014 /Das 7:50 às 8:10	0:20h
Retirada do entulho	27 de fevereiro -2014 /Das 8:10 às 9:00	0:50h
Colocação das peças	27 de fevereiro -2014 /Das 9:00 às 12:00 e das 13:30 às 15:10	4:40h
Enchimento de massa	27 de fevereiro -2014 /Das 15:10 às 16:00	0:50h

Foi acompanhada a medição do cano entre bolsas para que não ocorressem erros no comprimento dos encaixes das tubulações, cortando sempre no ponto exato do encaixe evitando retrabalhos. Após foi colocada a caixa de gordura com prolongador, foi necessário perfurar a laje utilizando a furadeira de impacto, em seguida foram colocadas às buchas e então foram presas as cintas metálicas. Foi colado o cano na caixa de gordura com cola para PVC (adesivo plástico para PVC), antes foram limpas as extremidades do cano, para facilitar a aderência da cola na superfície de contato da caixa de gordura com o cano que vai até o ponto da pia como mostra na figura 50. Todas as etapas da parte hidrossanitária duraram 7h.

Figura 50: Instalação cloacal na cozinha na obra 3.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na sacada foi utilizado joelho de 50x45° e 50x90° para a parte pluvial, pois para evitar entupimento é melhor a utilização do joelho de 45° ao de 90°. Na sacada foi feito o mesmo procedimento mostrado na figura 51.

Figura 51: Passos na instalação cloacal da sacada na obra 3.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na instalação de água foi utilizado joelho de 45° em substituição ao joelho de 90°, por ter menor perda

Figura 52: Instalação da parte de água na obra 3.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A quantia de argamassa usada para fechar as canaletas foi de 2 baldes de 18litros para a cozinha e banheiro.

4.10.1.2 Desperdícios de materiais

Nestas etapas os desperdícios foram mínimos, são apenas pequenos pedaços de canos, tanto na parte de esgoto quanto na parte de água. O desperdício maior foi de restos de tijolo, na tabela 13 mostra as quantias de desperdícios.

Tabela 13: Desperdício de material hidráulico do Residencial Yasmin.

Sistema de Concreto armado	
Atividade Instalações Hidrossanitária água e esgoto	Resultado Obra 3
Metragem da obra analisada	37,43m ²
Tijolo quebrado	0,018m ³
Argamassa	0
Peças	1,5m

Na parte de instalações hidráulicas não possui muitos desperdícios, são pedaços de canos de PVC da parte de esgoto e PPR na parte de água, que não se consegue reutilizar como mostra na figura 53.

Figura 53: Desperdício na parte hidráulica.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O PPR é uma evolução em sistemas de água quente que traz uma série de vantagens, como a redução de custo e do tempo de instalação. Os tubos e conexões são unidos por processo de termofusão, ou seja, se fundem molecularmente a 260°C, passando a constituir uma tubulação contínua, sem riscos de vazamentos, dispensando o uso de soldas, roscas e adesivos, o que reduz o tempo de trabalho e o custo como já mencionado.

Foi utilizada a serra, a trena, a tesoura “para cortar o tubo PPR”, a marreta e o termofusor, este que atinge a temperatura de 270°C para amolecer a peça para o encaixe na outra, com facilidade, equipamentos mostrados na figura 54.

Figura 54: Equipamentos utilizados.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.11 Resultados obtidos Obra Residencial Jardim das Palmeiras

Nesta etapa, na obra 5 foram acompanhados alguns dos procedimentos, pois nem todos estavam sendo executados no dia da visita.

4.11.1 Tempo utilizado

Primeiramente foi visto sobre a parte cloacal e após foi visto sobre os tempos em relação à instalação de água, que consta na tabela 14.

Tabela 14: Tempos gastos nas instalações hidráulicas no Jardim das Palmeiras.

Sistema de Alvenaria Estrutural		
Atividade Instalações Hidrossanitária água e esgoto	Périodo da atividade	Resultado Obra 5
Metragem de cada obra analisada	-	52m ²
Marcação dos pontos	20 de outubro -2014 / Das 7:30 às 7:35	0:05h
Corte dos pontos	20 de outubro-2014 /Das 7:35 às 7:40	0:05h
Retirada do entulho	20 de outubro-2014 /Das 7:40 às 8:20	0:40h
Colocação das peças	20 de outubro -2014 /Das 8:20 às 11:20 e das 13:00 às 15:00	4:20h
Enchimento de massa	20 de outubro -2014 /Das 15:00 às 15:40	0:40h

O tempo levado para realizar todas as etapas como mostrado na tabela 14 foram de 5:50. Inicialmente o encanador marcou os pontos de esgoto e de água na parede com um giz, nas áreas da cozinha, lavanderia e (01) banheiro, sendo o procedimento mais rápido.

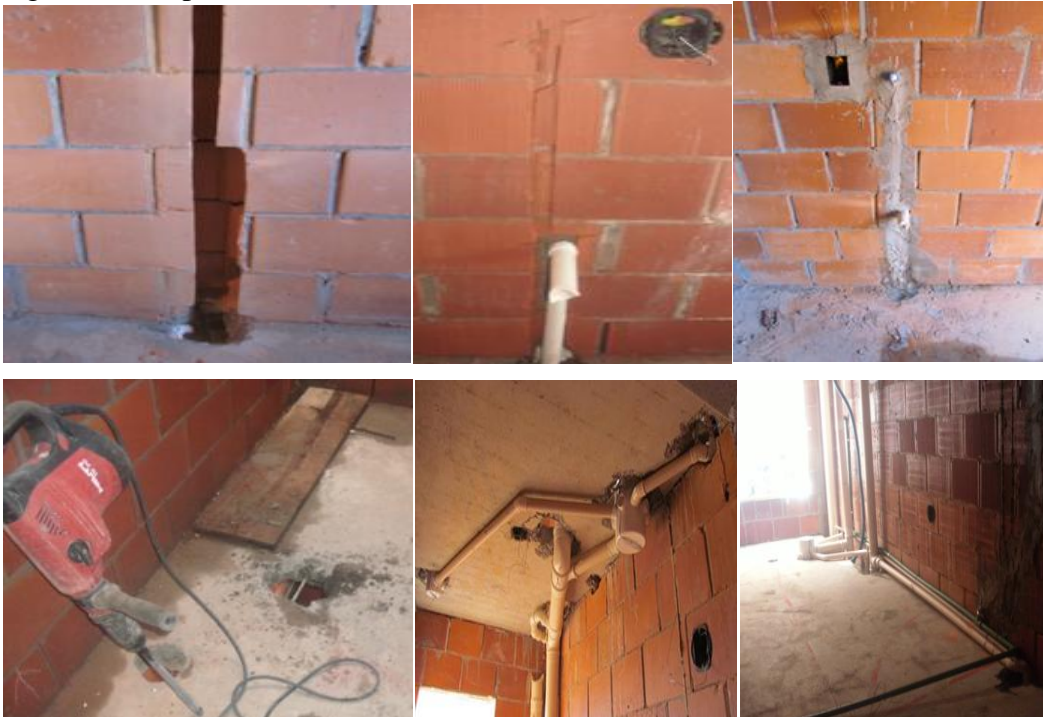
Figura 55: Marcação das paredes nos pontos hidráulicos na obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Após foi feito o corte com a policorte e em seguida foram quebrados os tijolos, com uma talhadeira e uma marreta para abrir as canaletas para a colocação dos canos. Para furar a laje para passagem dos canos foi utilizado o rompedor, em seguida foram colocadas as peças, “não foi possível acompanhar”, pois já estavam finalizadas todas as fases do procedimento no apartamento. Por fim foram fechadas as canaletas com argamassa, etapas mostradas na figura 56.

Figura 56: Etapas construtivas do sistema hidráulico obra 5.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Se fosse previsto a passagem das tubulações já na concretagem não seria necessário esse desperdício.

4.11.1.2 Desperdícios de materiais

Os desperdícios na parte hidráulica não foram um volume notável, na tabela 15 mostra os quantitativos.

Tabela 15: Quantitativos de desperdícios parte hidráulica obra Jardim das Palmeiras.

Sistema de Alvenaria Estrutural	
Atividade Instalações Hidrossanitária água e esgoto	Resultado Obra 5
Metragem da obra analisada	52m ²
Tijolo quebrado	0,005m ³
Argamassa	0
Peças	1m

Nas peças não ocorreu desperdícios notáveis, pois o encanador reutilizou em outros apartamentos os restos de materiais. As quebras de bloco foram pequenas canaletas. A figura 57 mostra a sobra de material retirado da cozinha no momento que foi feita a instalação de água e esgoto. Para fechar essas canaletas foram utilizadas 1,8litros de argamassa e não houve desperdícios de massa.

Figura 57 : Desperdícios na parte hidráulica.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O interessante seria utilizar o bloco cerâmico para que não precisasse quebrar as canaletas, mas para isso necessitaria que a equipe optasse por colocar as tubulações pelo interior do bloco, na qual exigiria um maior planejamento, pois o pedreiro teria que trabalhar em conjunto com o encanador pelo fato que a tubulação vai subindo junto com as fiadas, o que não foi adotado nesta obra de alvenaria estrutural.

No momento em que a norma de manutenção e desempenho seja aplicada muitas mudanças ocorrerão, a forma de fazer as instalações e seus custos terá um diferencial notável, com este novo procedimento.

Analisando os resultados da tabela 16, foi possível notar que na obra 5 a área e o número de funcionários analisada foi maior que na obra 3, o que deixa equilibrado para poder comparar os resultados. Notou-se que na obra de alvenaria estrutural os tempos gastos para cada etapa foi menor e os desperdícios de resíduos também foram reduzidos.

Tabela 16: Tempo e desperdícios dos dois sistemas na instalação hidráulica

Atividade Instalações Hidrossanitária água e esgoto	Concreto armado	Alvenaria estrutural
	Obra 3- considerando 1 pessoa	Obra 5- considerando 2 pessoas
Metragem de cada obra analisada	37,43m ²	52m ²
Marcação dos pontos	0:20h	0:05h
Corte dos pontos	0:20h	0:05h
Retirada do entulho	0:50h	0:40h
Colocação das peças	4:40h	4:20h
Enchimento de massa	0:50h	0:40h
Metragem da obra analisada	0,018m ³	0,005m ³
Tijolo quebrado	0	0
Argamassa	1,5m	1m

Porém os procedimentos foram semelhantes, pois não foram utilizados na obra 5 os blocos prontos e sim a empresa optou por cortar “in loco”, ou seja, fazer o procedimento no próprio local, nessa etapa os resultados não tiveram tanta diferença, mas mesmo assim a obra de alvenaria estrutural mostrou ser o sistema mais prático e deixou o ambiente de trabalho mais limpo.

Foi feito uma entrevista com um profissional de cada etapa, comparando os dois tipos de sistemas, no Anexo X, consta que realmente, mesmo não tendo experiência e sim conhecimentos sobre os sistemas, as suas opiniões são semelhantes, dessa forma, ocorre um grande destaque no sistema de alvenaria estrutural por ser mais prático, rápido, com menos desperdícios de material e tão seguro quanto o método tradicional.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido baseado numa comparação entre os dois sistemas construtivos mais adotados no Brasil, o sistema de alvenaria estrutural e de concreto armado. Primeiramente foram feitas pesquisas sobre os subsistemas- instalações elétricas e hidrossanitárias, após sobre os sistemas construtivos. Com toda pesquisa finalizada os próximos passos foram variadas visitas feitas em obras referentes aos dois tipos de sistemas, a serem comparados e analisados. Posteriormente foram acompanhados todos os procedimentos de cada etapa e assim verificando as metodologias adotadas por cada equipe, com todos dados observados foram feitas comparações entre os resultados com o objetivo de analisar seus custos, seus tempos para cada etapa e seus desperdícios.

O objetivo de determinar o tempo gasto em cada procedimento das instalações tanto elétricas quanto hidráulicas, foram feitas análises através de visitas técnicas, nas quais, foi possível observar as diferentes metodologias das equipes o que influenciou nos resultados. Notou-se que na instalação elétrica o tempo gasto para finalizar um apartamento numa obra de alvenaria estrutural foi menor do que em uma obra de concreto armado, pela organização e pelo projeto, que facilita para os eletricitistas saberem exatamente onde se localiza cada ponto elétrico, e pela obra ser mais limpa, pela praticidade que os blocos estruturais possuem. Porém para ter-se uma obra bem feita, necessita-se um projeto e de mão de obra especializada, sendo isso um detalhe importante a ser observado, pois reduziu o tempo de serviço no canteiro.

Conforme a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, denomina como um dos tipos de resíduos da construção, o chamado entulho de obras: os tijolos, blocos cerâmicos, plásticos, tubulações e fiação elétrica. Os resíduos da construção civil são classificados em classes, nas quais, o material desperdiçado nas etapas das instalações elétricas e hidrossanitárias fazem parte da Classe A e B, que são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis. Portanto a importância da redução de desperdícios de materiais é essencial para a reservação de resíduos, preservando o meio ambiente, limpeza urbana local, enfim, optar pelo melhor sistema é uma forma de cuidar do meio em que vivemos, além de obter resultados melhores em todos os sentidos. E por isso, um dos objetivos deste trabalho também, foi medir o volume do material desperdiçado em cada procedimento nos dois subsistemas.

Os resultados referentes aos desperdícios não foi baseado em uma diferença muito grotesca, mas sim em um volume considerável para avaliar o sistema com menos desperdícios. Depois das visitas feitas nas cinco obras, três de concreto armado e duas de

alvenaria estrutural, foi possível mensurar o volume dos mesmos, nas quais, verificou-se que na obra de alvenaria estrutural obteve-se menos desperdícios de dutos, menos paredes quebradas, fios, peças desperdiçadas, enfim, o volume foi menor de desperdícios na obra 4 levando em consideração que a área de construção foi a maior de todas.

Outro objetivo a ser analisado foi referente ao sistema que obteria o menor custo de mão de obra e material, foram levantados os valores, porém nas obras do sistema convencional foram valores passados pelos eletricitistas, onde não se pôde ter uma confiabilidade, já nas obras de alvenaria estrutural foram passados os valores pelos construtores, mais precisos, porém tornou-se difícil de comparar e por isso este objetivo não foi possível ser atingido, pela falta de confiabilidade dos dados repassados.

O último objetivo a ser atendido foi buscar formas através dos profissionais, de melhorar os processos referentes às instalações dos dois tipos de sistemas de construção, caso fosse necessário, baseado nisso verificou-se que não há muitas formas de melhorar, somente acessibilidade de equipamentos mais modernos e a mão de obra que deve ser sempre a melhor possível, assim buscando atingir melhores resultados.

Em resumo o que se pôde mensurar e obter uma análise mais real, foi baseada nos dados obtidos e avaliados, no volume de desperdícios de bloco/tijolo quebrado comparando entre os dois sistemas o menor resultado na parte elétrica foi com $0,007\text{m}^3$ na obra 5 em alvenaria estrutural e $0,036\text{m}^3$ na obra 3 de concreto armado.

Desperdícios de eletrodutos foi de 1,5m na obra 4 de alvenaria estrutural e de 1m na obra 3 no outro sistema, levando em consideração que a obra de alvenaria estrutural analisada foi mais que o dobro de metragem quadrada, dessa forma, conclui-se que mesmo assim o menor desperdícios foi no sistema de alvenaria estrutural.

Na parte de enfição na obra 3 e 5 nos dois sistemas foi de 1m, sendo que na obra de alvenaria a metragem foi maior. Foi analisado também nos dois sistemas os menores tempos gastos para todas as etapas da parte elétrica, analisando todas as obras visitadas a com menor tempo foi a obra 4 de alvenaria estrutural que durou 5hs:55min e em concreto armado a obra 3 durou 8hs:45min, nas duas obras considerando equipe com duas pessoas.

Comparando os dois sistemas em relação à parte hidráulica, se pôde observar uma diferença razoável, em relação a desperdícios de resíduo devido a quebras de parede na obra 3 de concreto armado resultou num total de $0,018\text{m}^3$ e na obra 5 de alvenaria estrutural deu em torno de $0,005\text{m}^3$ bem menos. Desperdícios de peças, considerando tubulações na obra 3 foi de 1,5m e na obra 5 foi de 1m. Nos tempos gastos para todos os procedimentos na obra 3 foi de 7h e na obra 5 foi de 5hs:50min, o que novamente mostrou um menor desperdício e menos

tempo gasto na obra de alvenaria estrutural, neste subsistema a equipe na obra 3 foi de uma pessoa porém a metragem quadrada da obra foi bem menor que na obra 5 que tinha duas pessoas na equipe.

Sendo assim, conclui-se que o sistema mais prático e rápido foi o sistema de alvenaria estrutural, mas ainda há muitos receios referentes a esse sistema que cria força a cada ano que passa, buscando sempre a confiança dos profissionais da área da construção civil. No sistema convencional possui muitos profissionais que aderem esse sistema por ser mais antigo, e por ser muito seguro, mas infelizmente existem desperdícios que poderiam ser evitados e por isso existem profissionais que buscam formas de minimizar essa perda de material, de tempo, como por exemplo, usar uma metodologia para evitar tanta quebra como mencionado na obra 2, onde o electricista fazia pequenos buracos no sentido longitudinal do tijolo evitando uma rasco na parede constante, usar o máximo do material que seria desperdiçado os pequenos fios usados nos pontos elétricos mais próximos, enfim, cada profissional busca sua melhor forma de trabalhar com qualidade e segurança.

Portanto, seria de grande valia que a pesquisa tivesse continuidade onde poderiam ser aprofundados os estudos na parte de custos, discriminando os materiais e seus respectivos impactos tanto no custo da obra, quanto na destinação do material desperdiçado, a fim de reduzi-los, e conseqüentemente a poluição do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR - 6118:2003. *Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*. Disponível em: <http://jcsilva2.tripod.com/Norma6118-2003.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2013.

ARAÚJO, J. M., *Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto Armado*. Rio Grande do Sul. Ed. Dunas, 2004.

ARCARI, Andrey- TCC Eng. Civil, UFRGS. *Alvenaria Estrutural e Estrutura Aporticada De concreto Armado: estudo comparativo de Custos para execução de empreendimento Habitacional de interesse social*. Porto Alegre dezembro 2010.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. *Fundamentos do Concreto Armado*. Bauru – SP, agosto de 2006. UNESP - Campus de Bauru/SP - FACULDADE DE ENGENHARIA -Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: http://www.ufvjm.edu.br/site/icet/files/2013/04/FUNDAMENTOS_Concreto.pdf Acesso em: 15 de abril de 2013.

CARRARO, F.; SOUZA, U. E. L. *Monitoramento da produtividade da mão-de-obra na execução da alvenaria: um caminho para otimização do uso dos recursos*. São Paulo, 1998 – (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto. de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP).

CONAMA – *Conselho Nacional Do Meio Ambiente*. Resolução no 307, De 5 De Julho De 2002. Publicada no DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96.

FERNANDES, M. J. G. FILHO, A. F. S. *Estudo Comparativo do uso da Alvenaria Estrutural com Bloco de Concreto simples em relação ao Sistema Estrutural em Concreto armado*. Material fornecido pelo professor Marco Pozzobon.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Arquitetura – Fórum da Construção. *Alvenaria estrutural: saiba como evitar patologias*. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7> Acesso em: 07 de agosto de 2014.

LIBRAIS, Carlos Fabris. *Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas*. Dissertação de Mestrado- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2001.

LISBOA, R. Q. *Análise Comparativa Entre Prédios Com Estrutura Convencional Em Concreto Armado e Alvenaria Estrutural*. Belém – PA 2008.

LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. *Melhores Práticas – Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto*. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 2012. 72 p. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/> Acesso em: 14 de abril de 2013.

MELLO, M. T. C. et al. *Proposta de racionalização na Construção civil: um estudo de Caso em uma construtora na Cidade do natal/RN*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11833.pdf Acesso em: 21 de abril de 2013.

MONTEIRO, A. S. SANTOS, R. C. A. *Planejamento e Controle na Construção Civil, utilizando Alvenaria Estrutural*. Centro de ciências exatas e tecnologia – CCET. Curso de engenharia civil. Belém – PA, 2010.

AZEVEDO, Hélio Alves. *O edifício até sua estrutura*. Editora EdagarBlucher. 1992. P. 185.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. *Método simplificado para prognóstico do consumo unitário de materiais e da produtividade da mão-de-obra: sistemas prediais hidráulicos*. - São Paulo: EPUSP, 2008. 29 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/502).

ROMAN, Humberto. *Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos – 2012*. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABGP8AF/manual-alvenaria-estrutural> Acesso em: 15 de abril de 2013.

SILVA, Geziel. *Sistemas Construtivos Em Concreto Armado E Em Alvenaria Estrutural: Uma Análise Comparativa De Custos*. UFSM - Dissertação de Mestrado. Santa Maria/RS, 2003.

SILVA, Margarete M. A.; NASCIMENTO, Denise M. *Paredes de vedação: integração entre projeto e canteiro*. Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC/MG, Belo Horizonte.

SILVA, Gustavo Escaramai. *Alvenaria de Vedação em Estruturas Metálicas*. São Paulo, 2004.

VIOLANI, M.A.F. *As Instalações Prediais no Processo Construtivo de Alvenaria Estrutural*. **SeminaCi**. Exatas/Tecnol, Londrina, v. 13, n. 4, p. 242-255, dez. 1992.

BIBLIOGRAFIA DAS FIGURAS

Figura 1 e 2 – FERNANDES, M. J. G. FILHO, A. F. S. *Estudo Comparativo do uso da Alvenaria Estrutural com Bloco de Concreto simples em relação ao Sistema Estrutural em Concreto armado*.

Figura 3 - UNISC - Disciplina de Construção Civil II - Notas de aula (2012).
Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>
Acessado em 04 maio 2013.

Figura 4 – LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. *Melhores Práticas – Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto*. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 2012. 72 p.
Disponível em : <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>

Figura 5 :Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6,7 e 8 - UNISC - Disciplina de Construção Civil II - Notas de aula (2012).
Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>
Acessado em 04 maio 2013.

Figura 9: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Figura 10 – LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. *Melhores Práticas – Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto*. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 2012. 72 p.
Disponível em : <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>

Figura 11 - UNISC - Disciplina de Construção Civil II - Notas de aula (2012).
Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>
Acessado em 04 maio 2013.

Figura 12 e 13 – Disponível em: www.bilenge.com.br. Acessado em: 21 abril 2013.

Figura 14,15 e 16 - UNISC - Disciplina de Construção Civil II - Notas de aula (2012).
Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/>
Acessado em 04 maio 2013.

Figura 17 e 18 -VIOLANI, M.A.F. As instalações prediais no processo construtivo de alvenaria estrutural. **Semina** Ci. Exatas/Tecnol, Londrina, v. 13, n. 4, p. 242-255, dez. 1992.

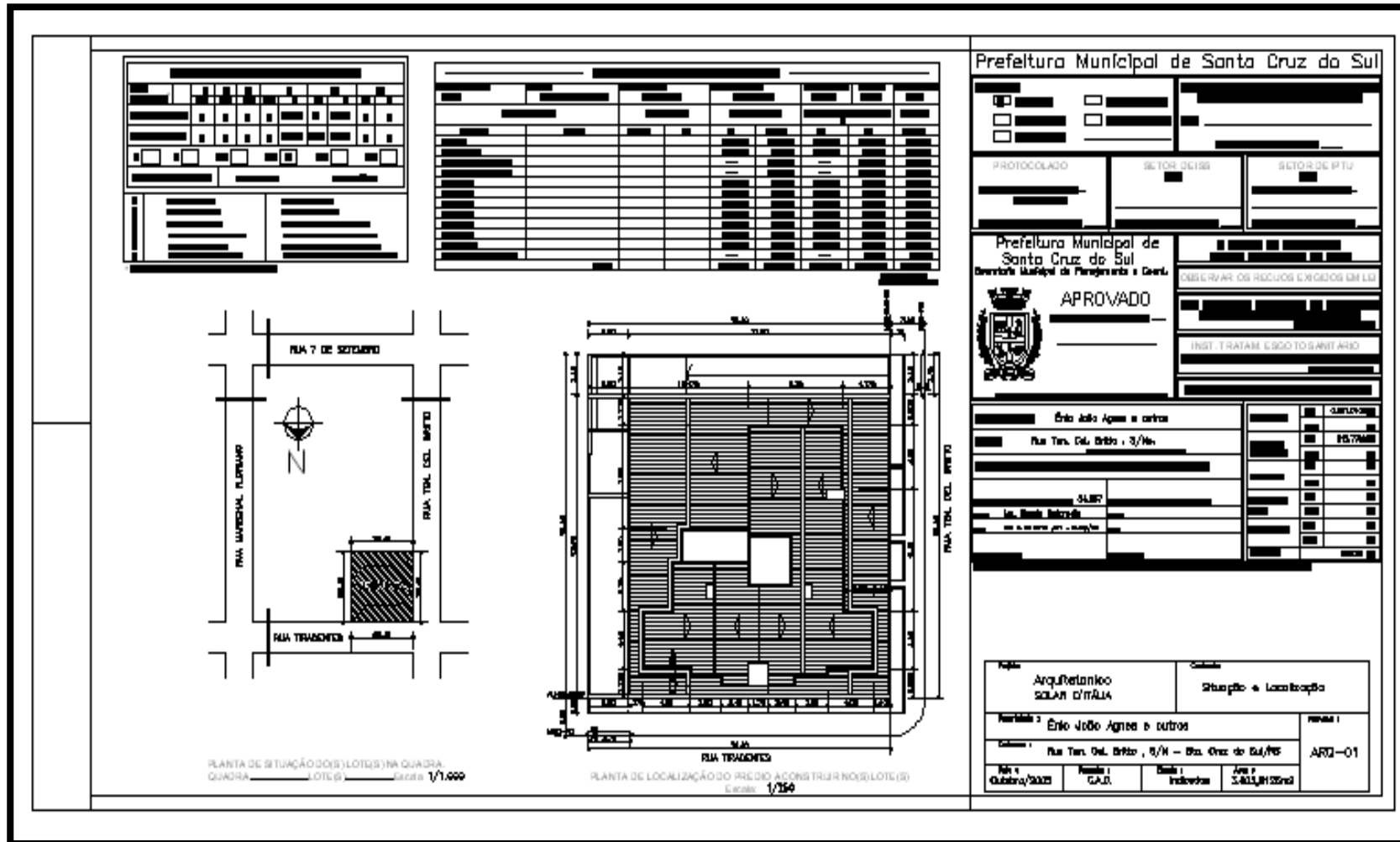
Figura 19,20,21 e 22 - MONTEIRO, A. S. SANTOS, R. C. A. *Planejamento e Controle na Construção Civil, utilizando Alvenaria Estrutural*. Centro de ciências exatas e tecnologia – CCET. Curso de engenharia civil. Belém – PA, 2010.

Figura 23: Projeto Renderizado da Obra Condomínio Solar D'Itália.
Disponível na: Empresa CK Engenharia.

Figura 24: Fachada do Residencial Parque Independência.
Disponível em: <http://www.parqueindependencia.com.br/site/conheca-o-residencial/>

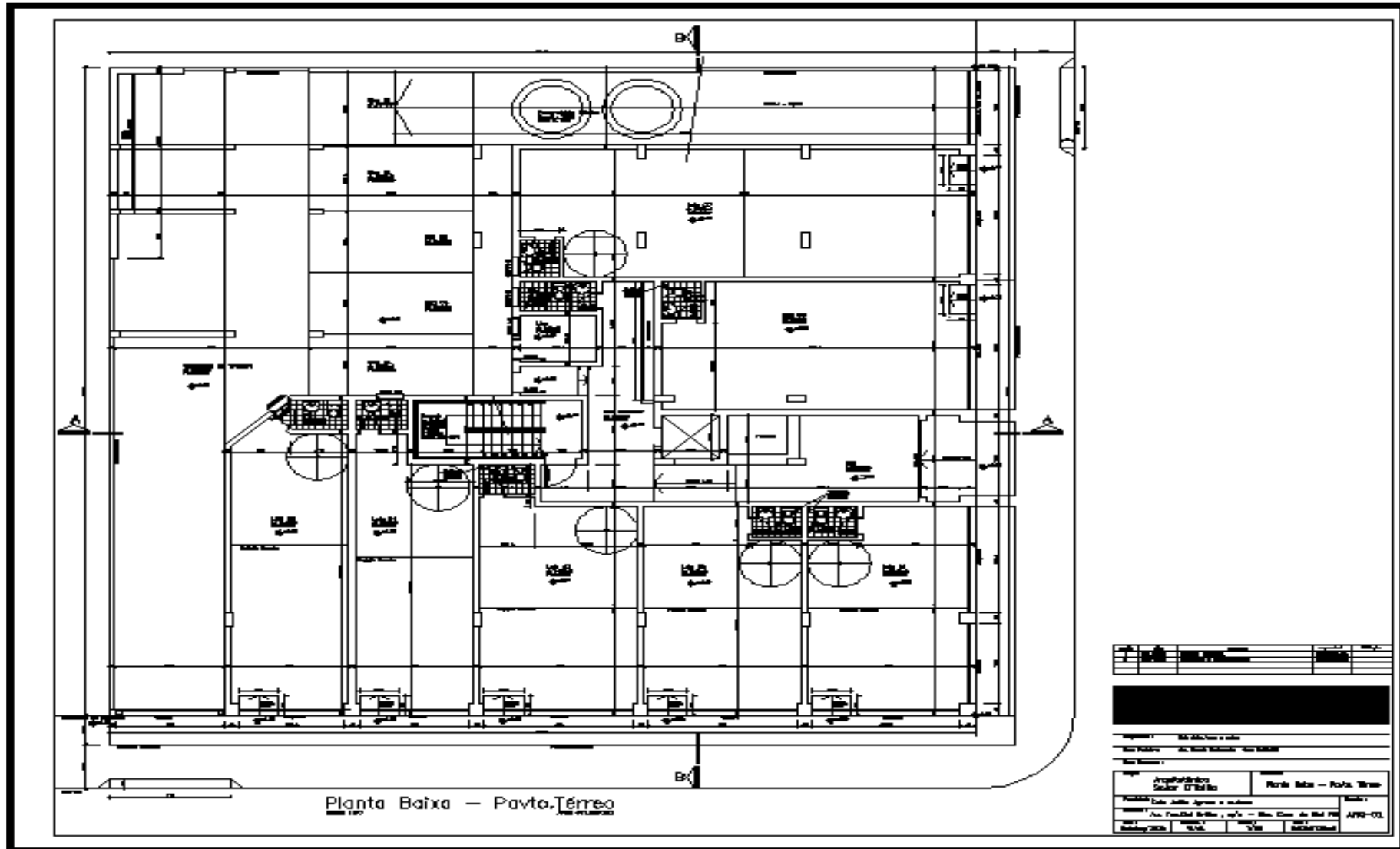
ANEXOS

Anexo A – Planta de situação do Condomínio Solar D'Italia.



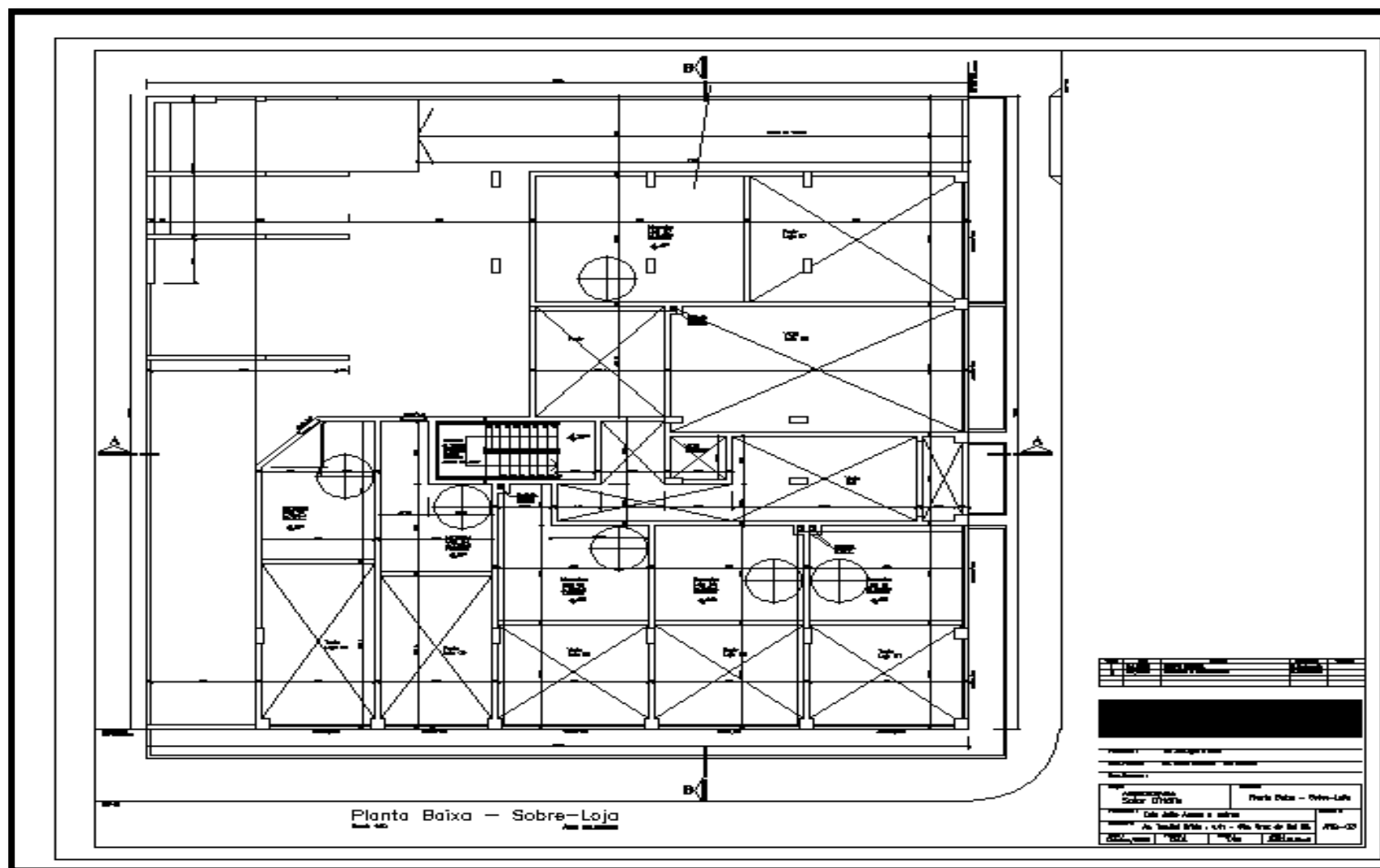
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo B – Planta Baixa do Térreo do Condomínio Solar D'Itália.



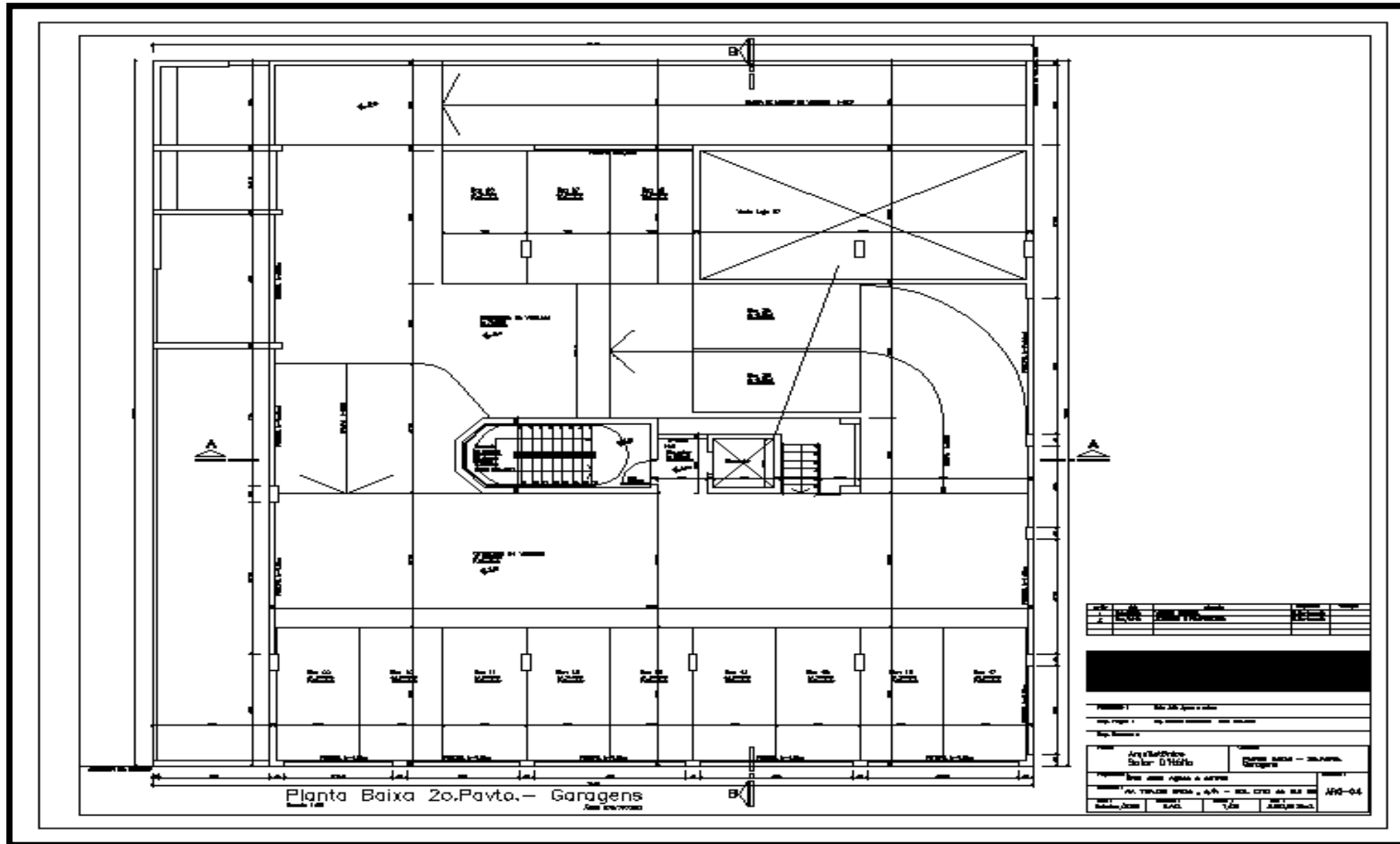
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo C – Planta Baixa da Sobre Loja do Condomínio Solar D'Itália.



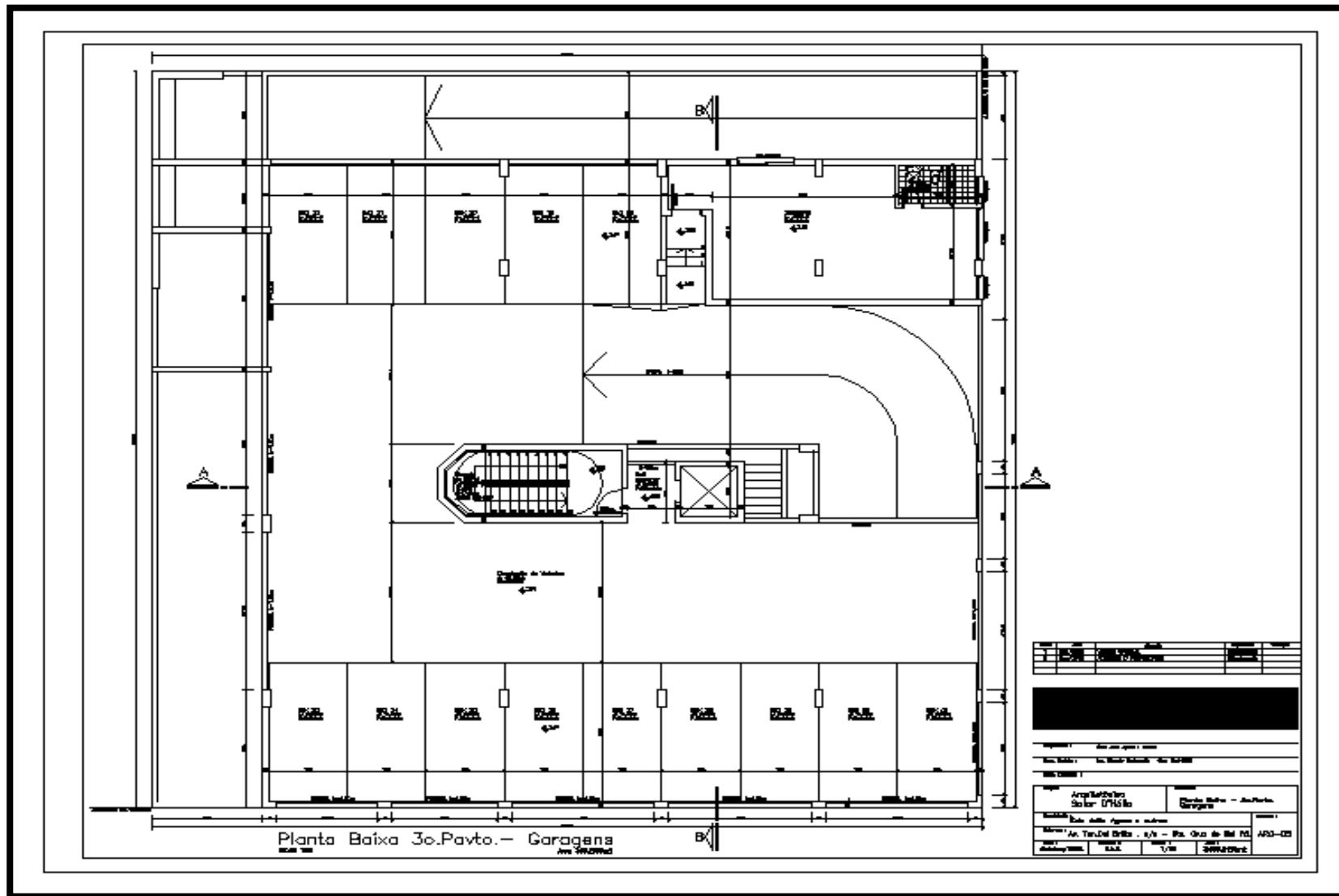
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo D – Planta Baixa do 2º Pav. Garagens do Condomínio Solar D'Itália.



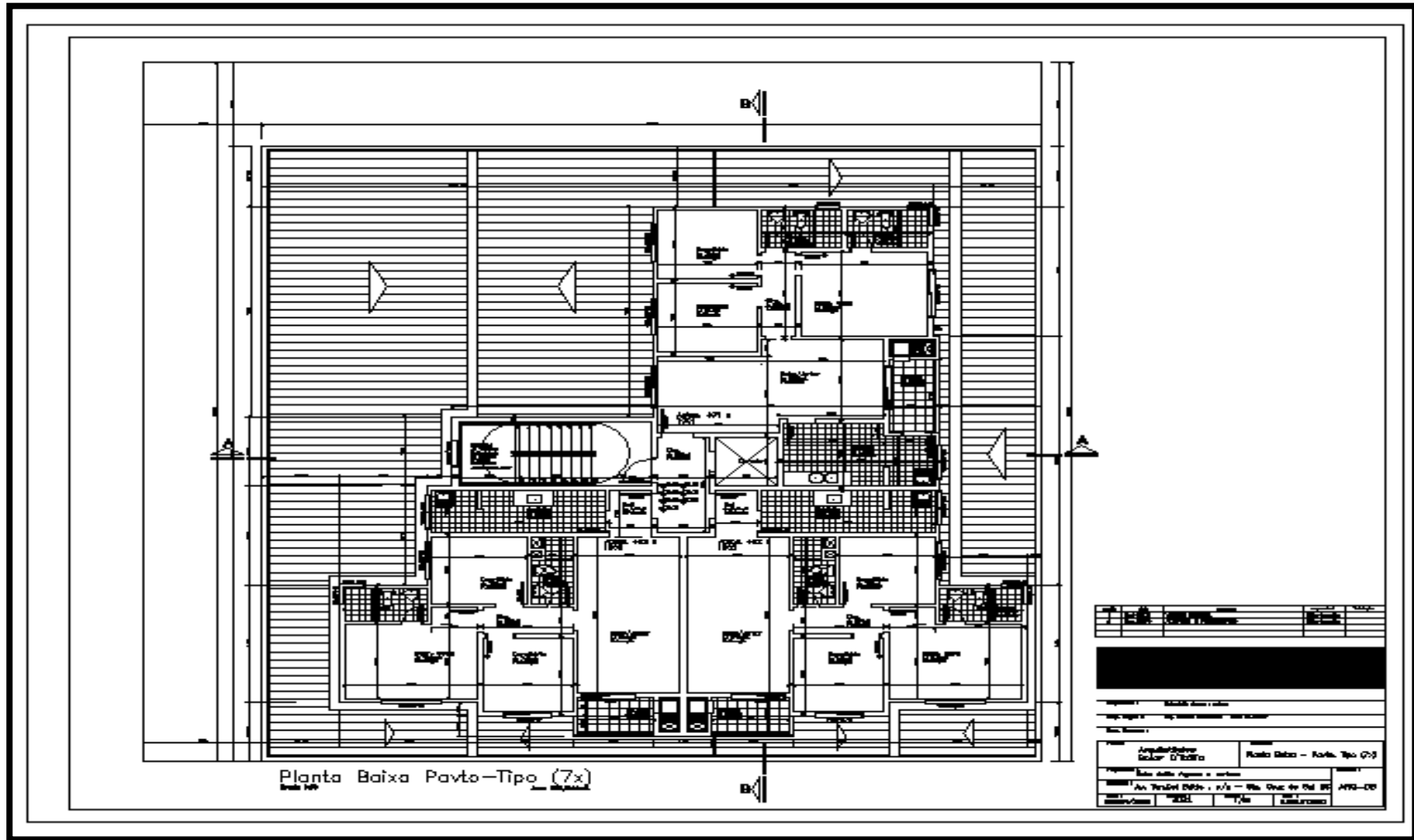
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo E- Planta Baixa do 3º Pav. Garagens do Condomínio Solar D'Itália.



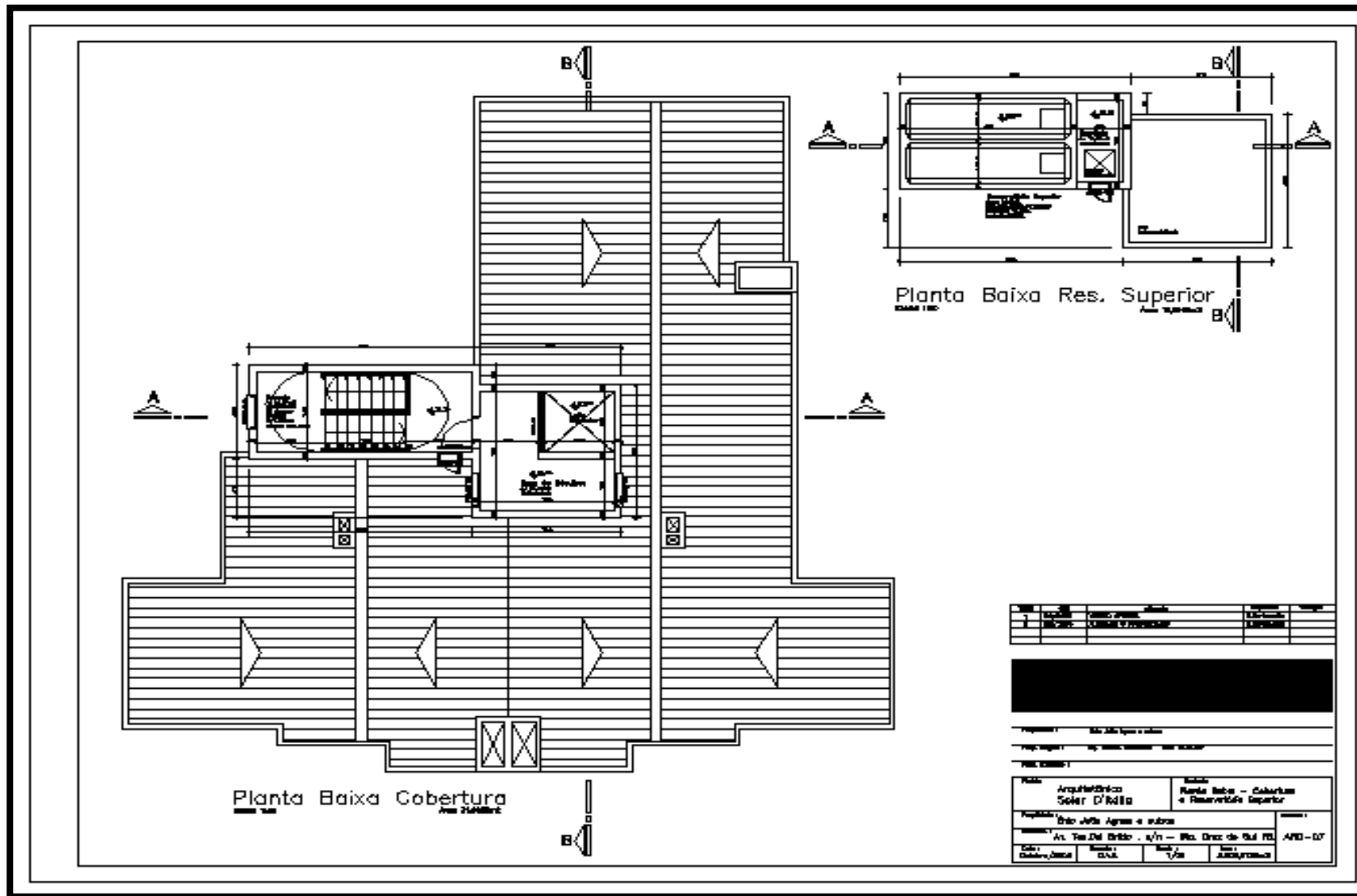
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo F – Planta Baixa Tipo do Condomínio Solar D'Itália.



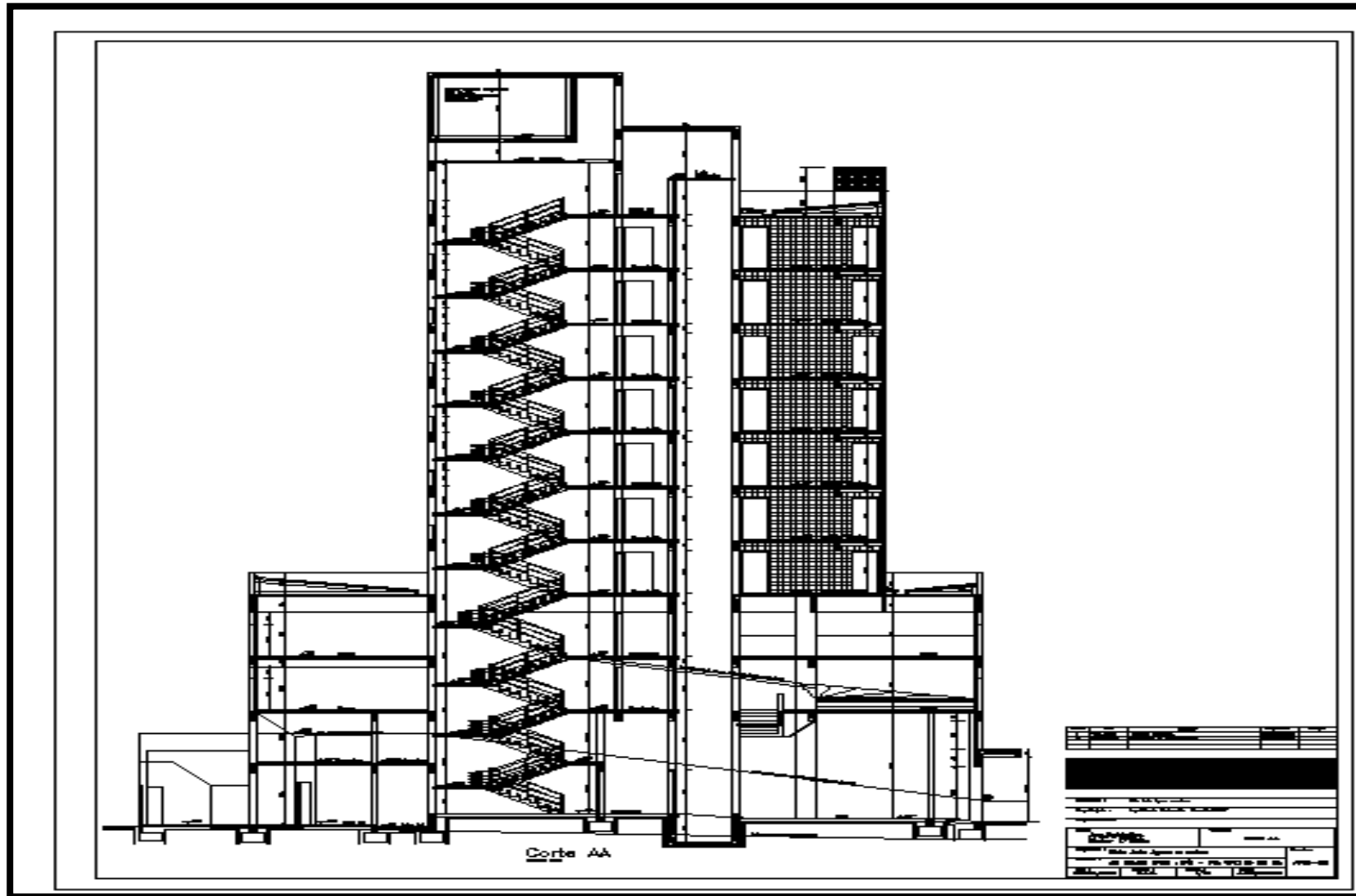
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo G – Planta Baixa Cobertura do Condomínio Solar D'Itália.



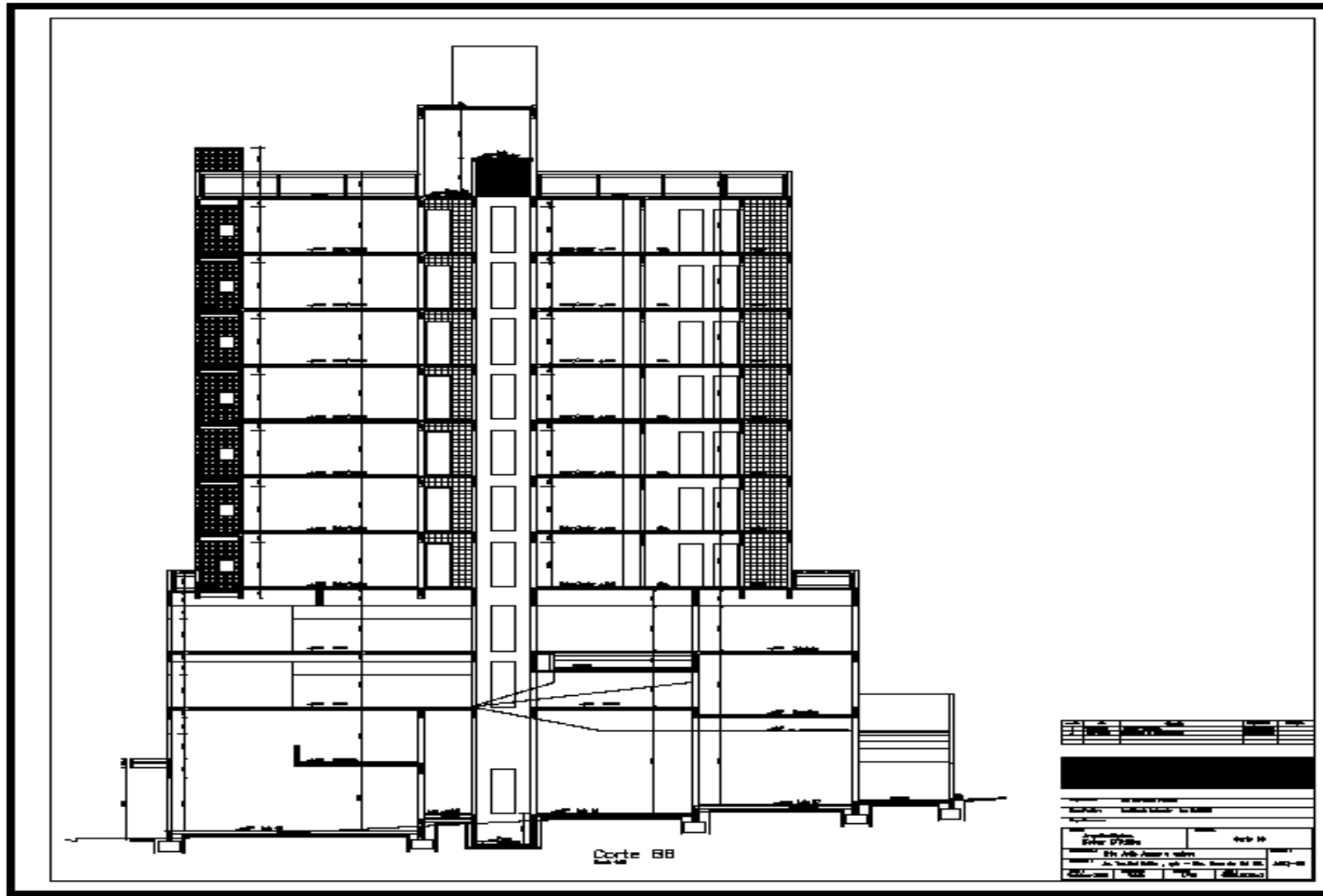
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo H- Corte AA do Condomínio Solar D'Itália.



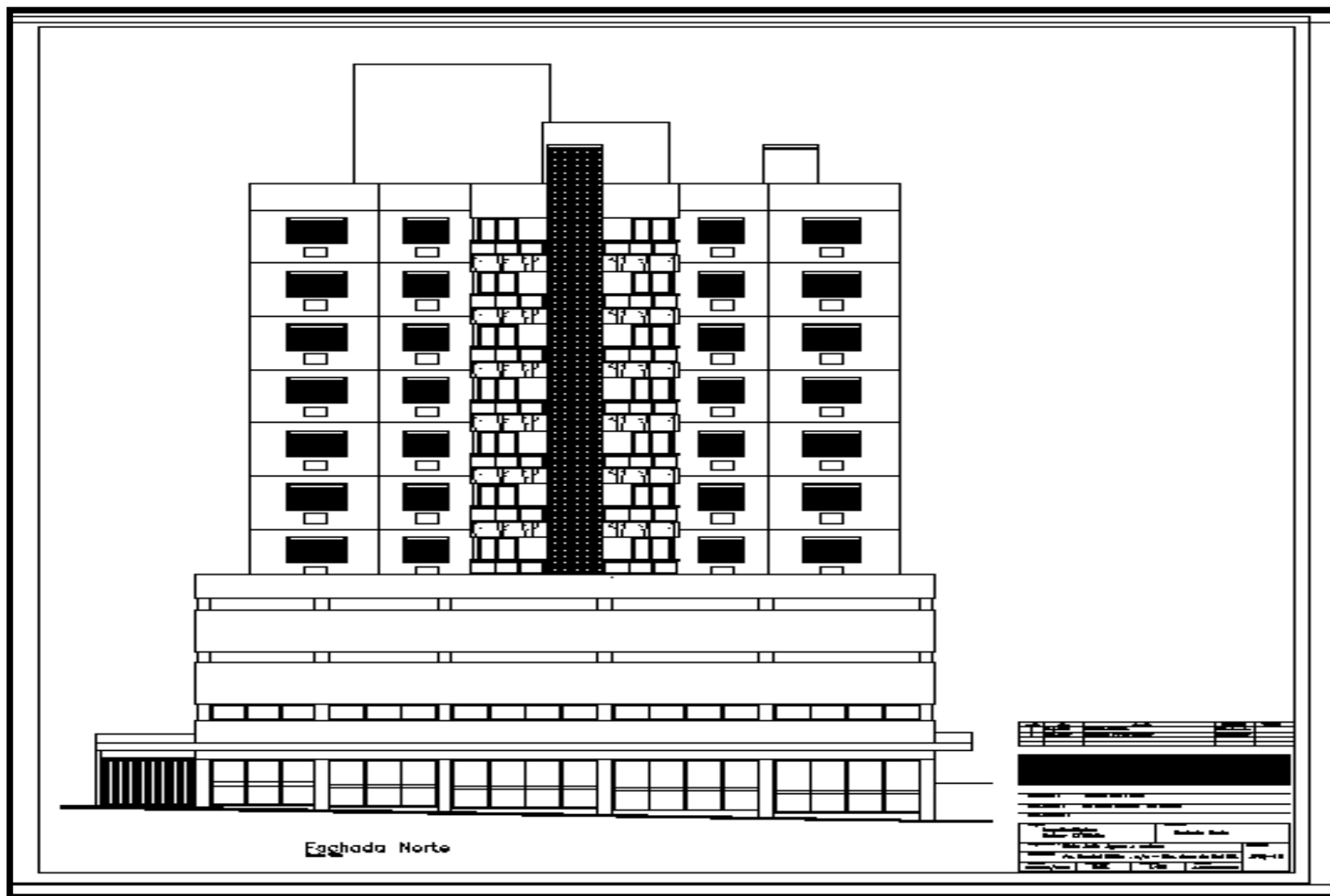
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo I – Corte BB do Condomínio Solar D'Itália.



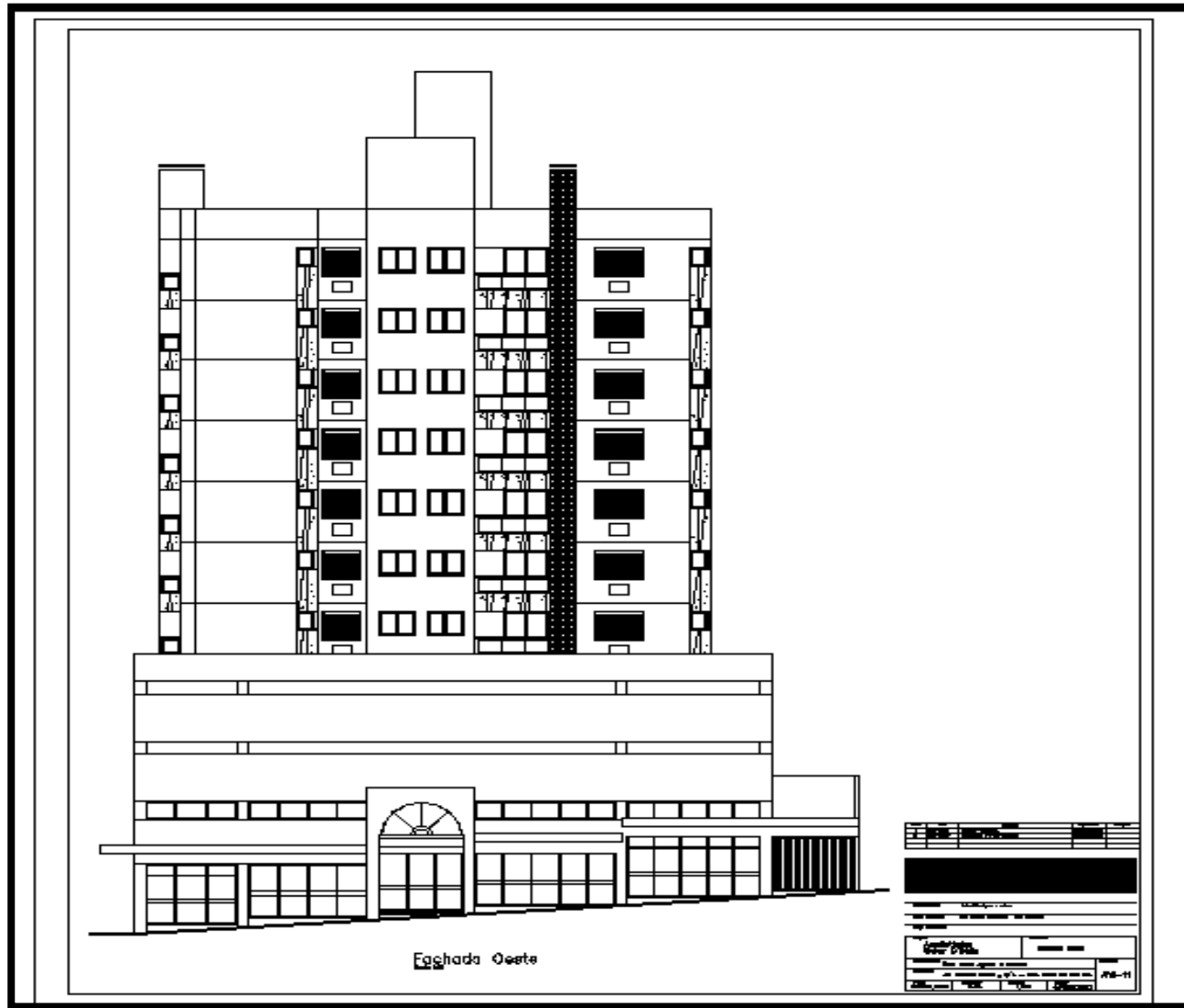
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo J – Fachada Norte do Condomínio Solar D'Itália.



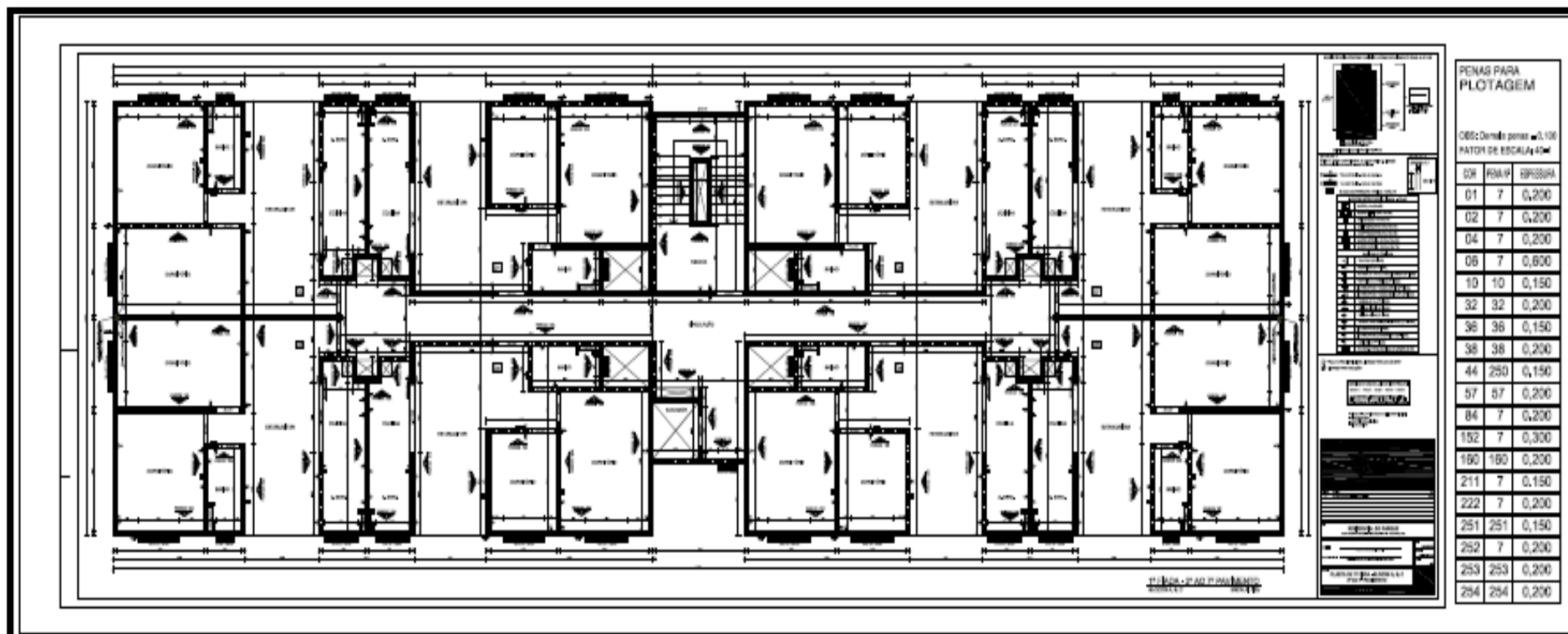
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo K – Fachada Oeste do Condomínio Solar D'Itália.



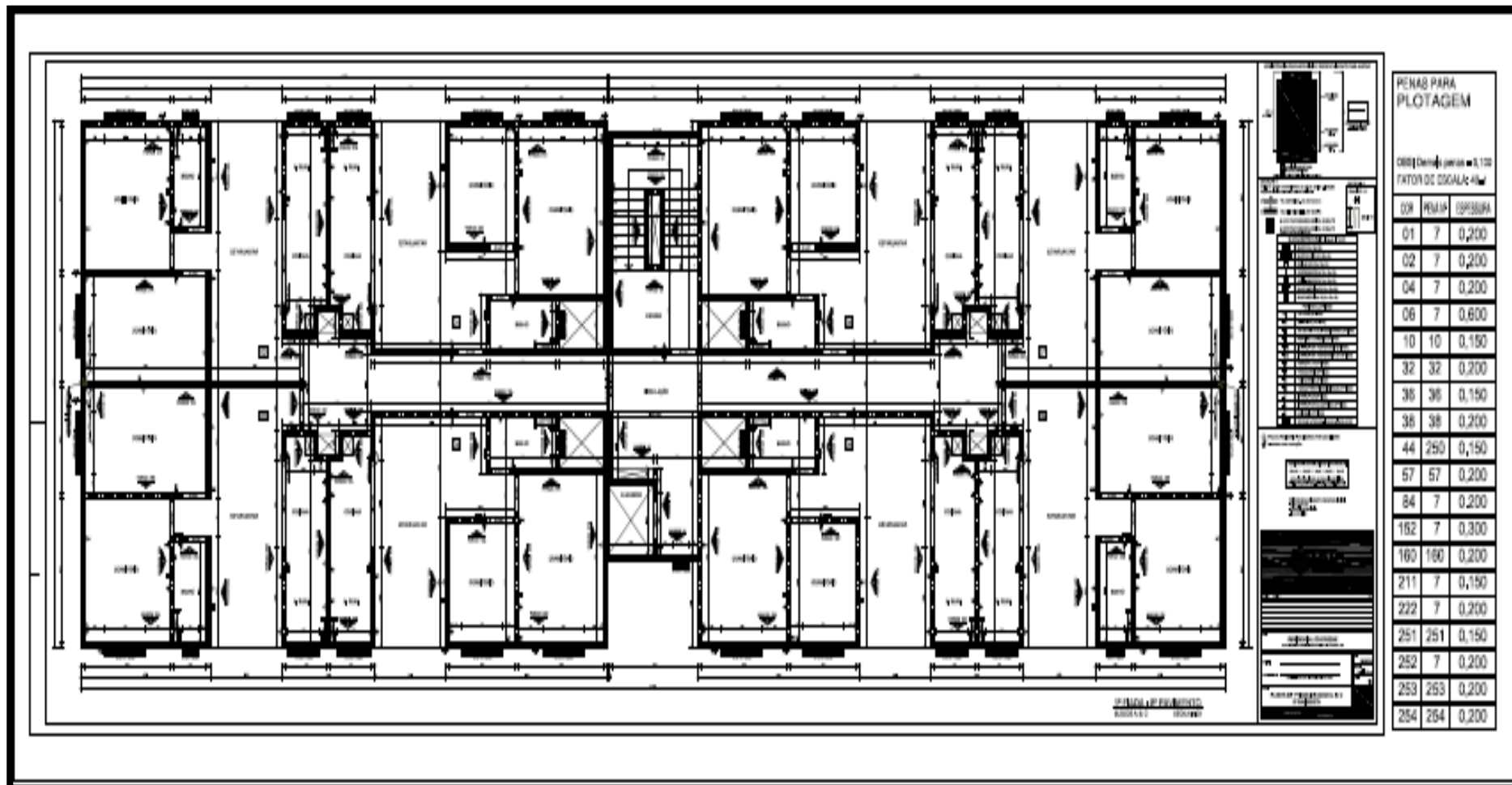
Fonte: Dados da empresa CK Engenharia.

Anexo L- Planta de 1° fiada – Bloco A,B, C – 2° ao 7° Pavimento



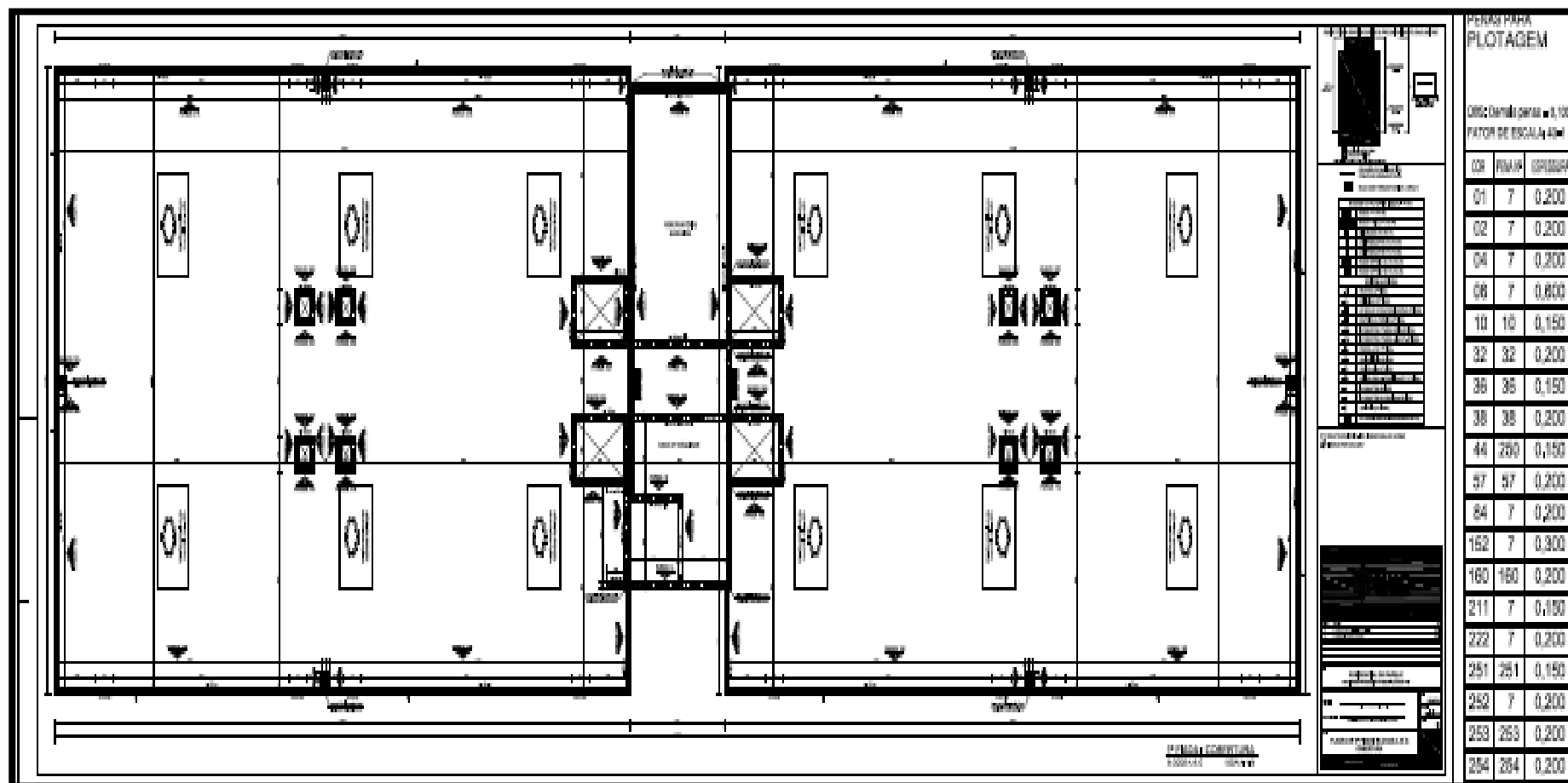
Fonte: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Anexo M- Planta de 1° fiada – Bloco A,B, C – 8° Pavimento



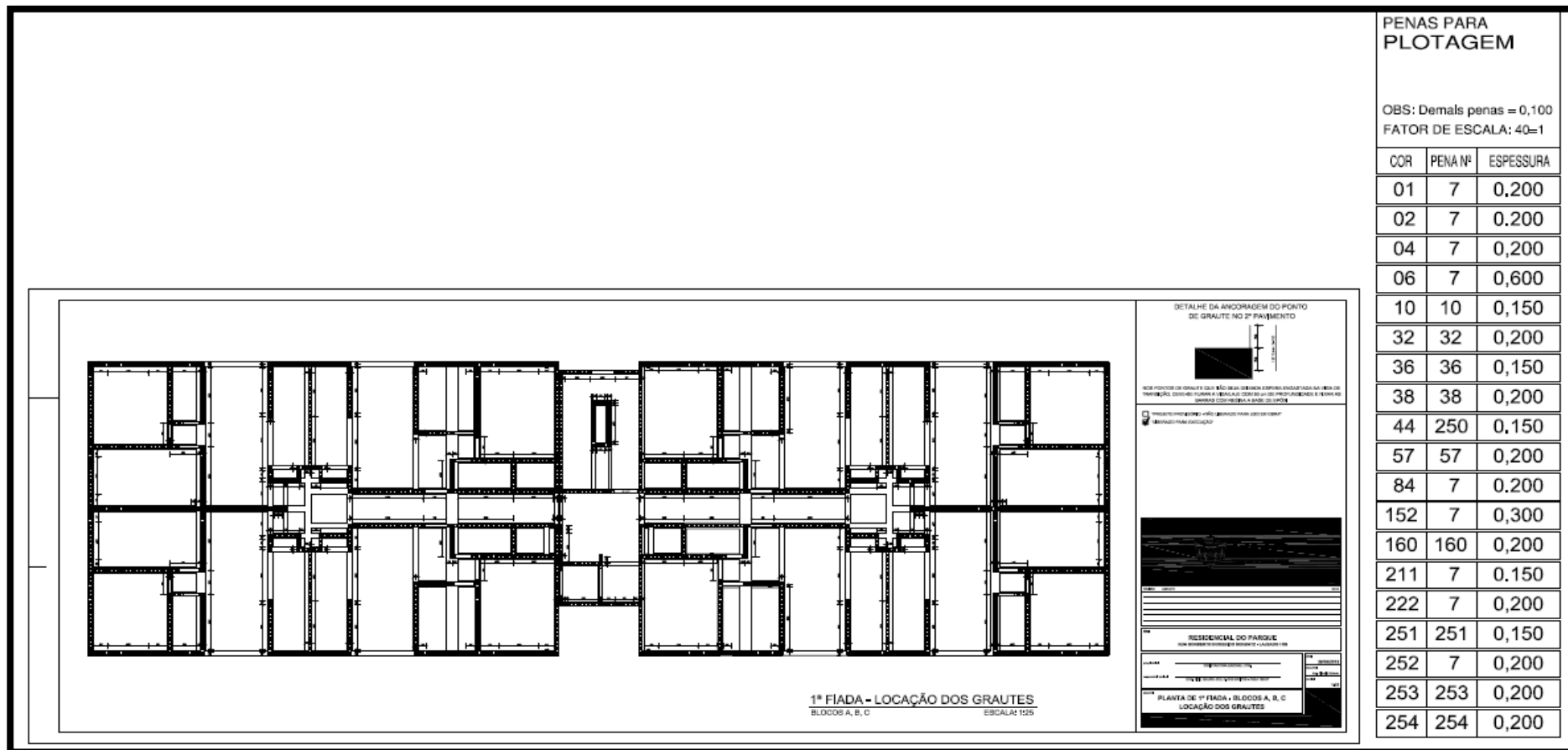
Fonte: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Anexo N – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C - Cobertura



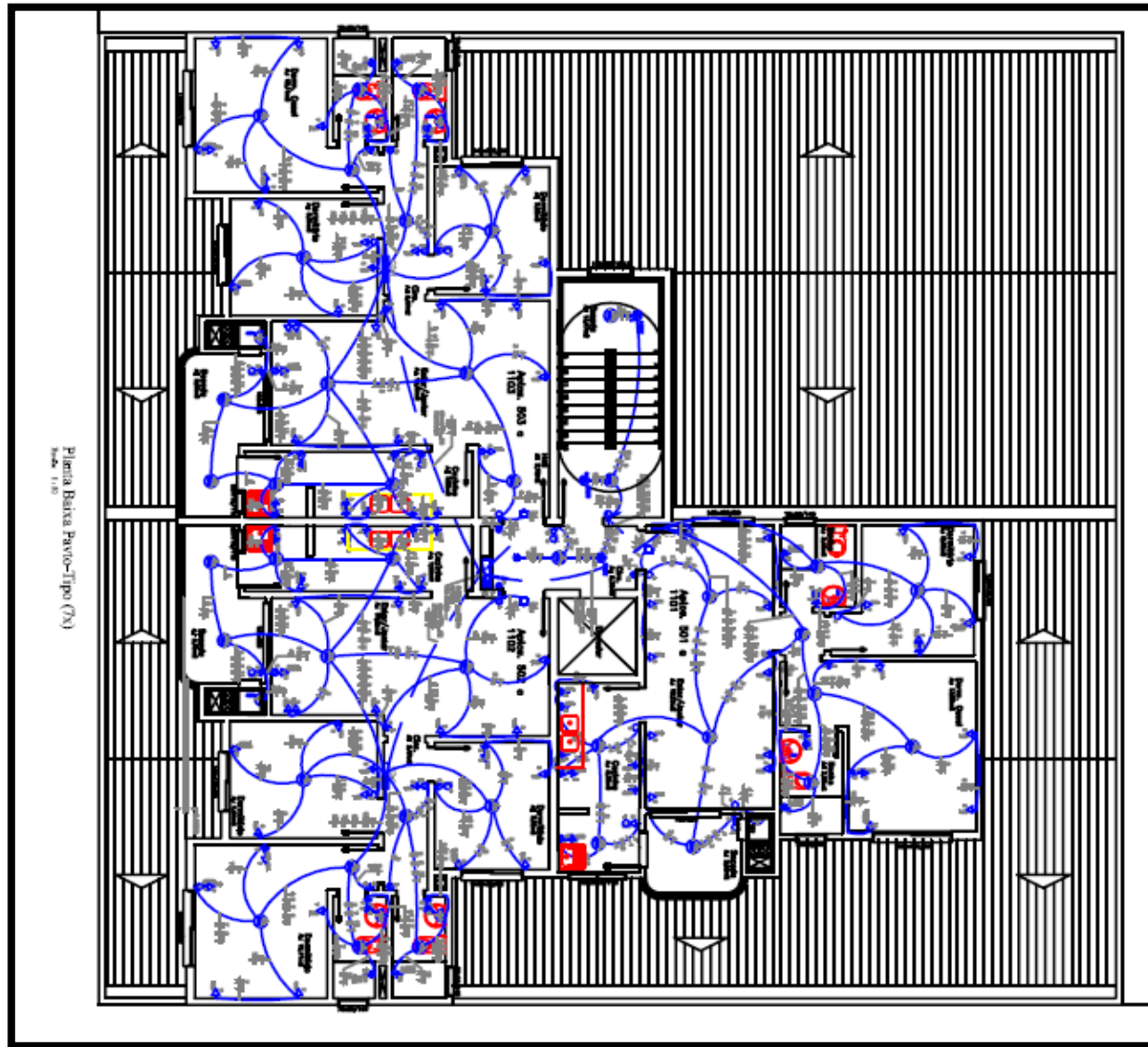
Fonte: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Anexo O – Planta de 1º fiada – Bloco A,B, C – Locação dos Grautes.



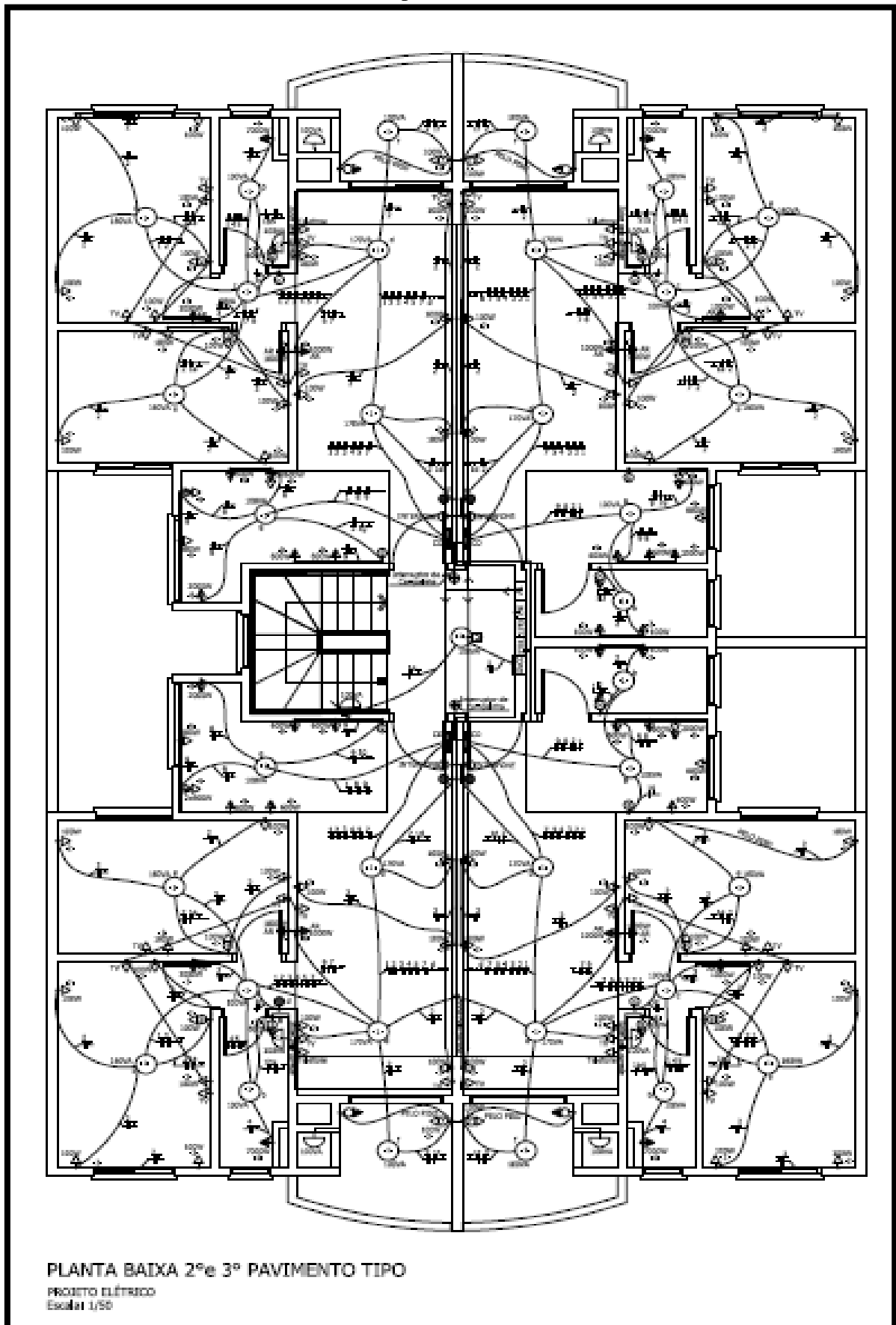
Fonte: MMC Projetos e Consultoria (2012).

Anexo P – Planta elétrica Condomínio Solar D'itália.



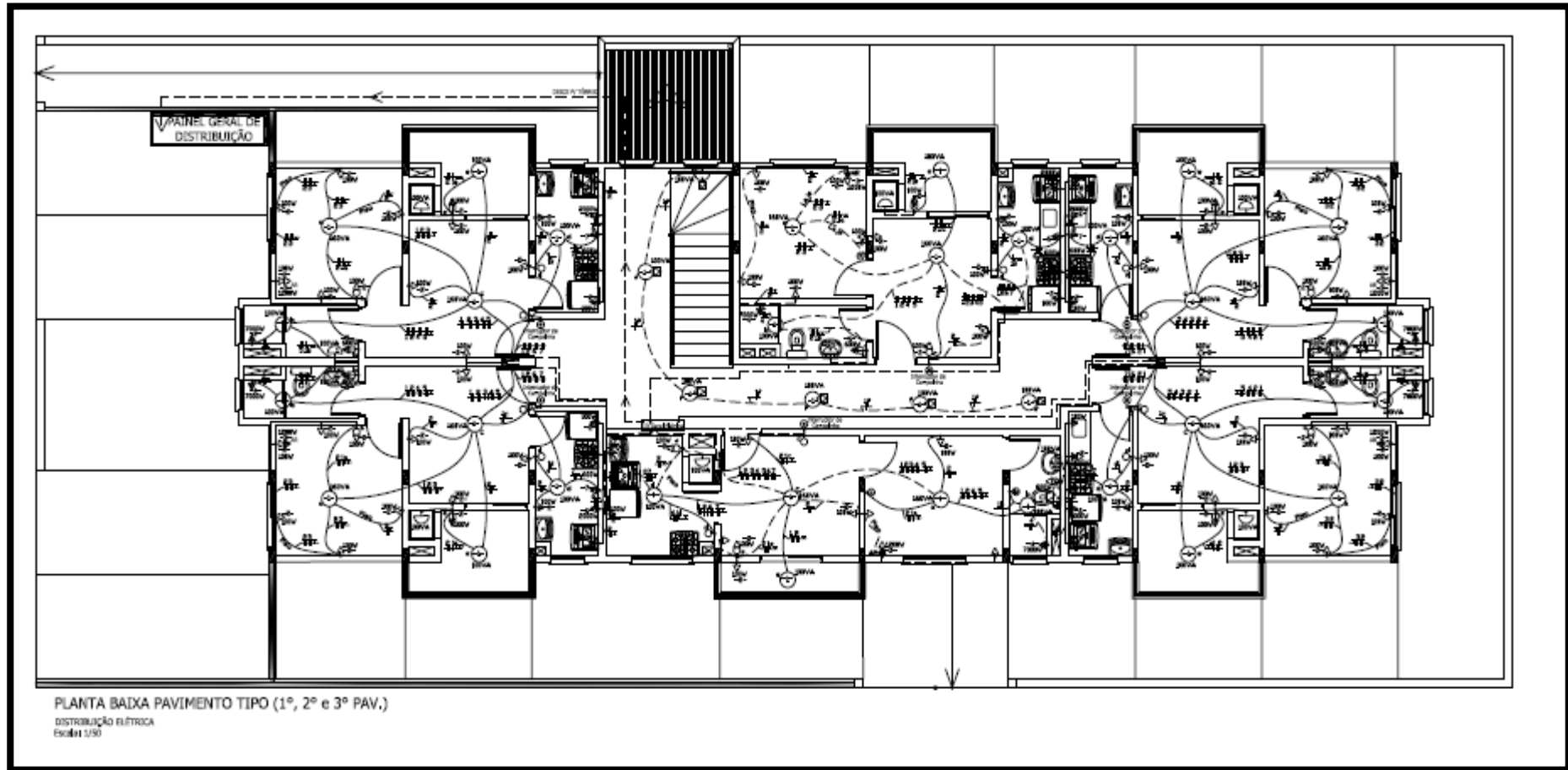
Fonte: Empresa CK Engenharia (2014).

Anexo Q – Planta elétrica Residencial Topázio.



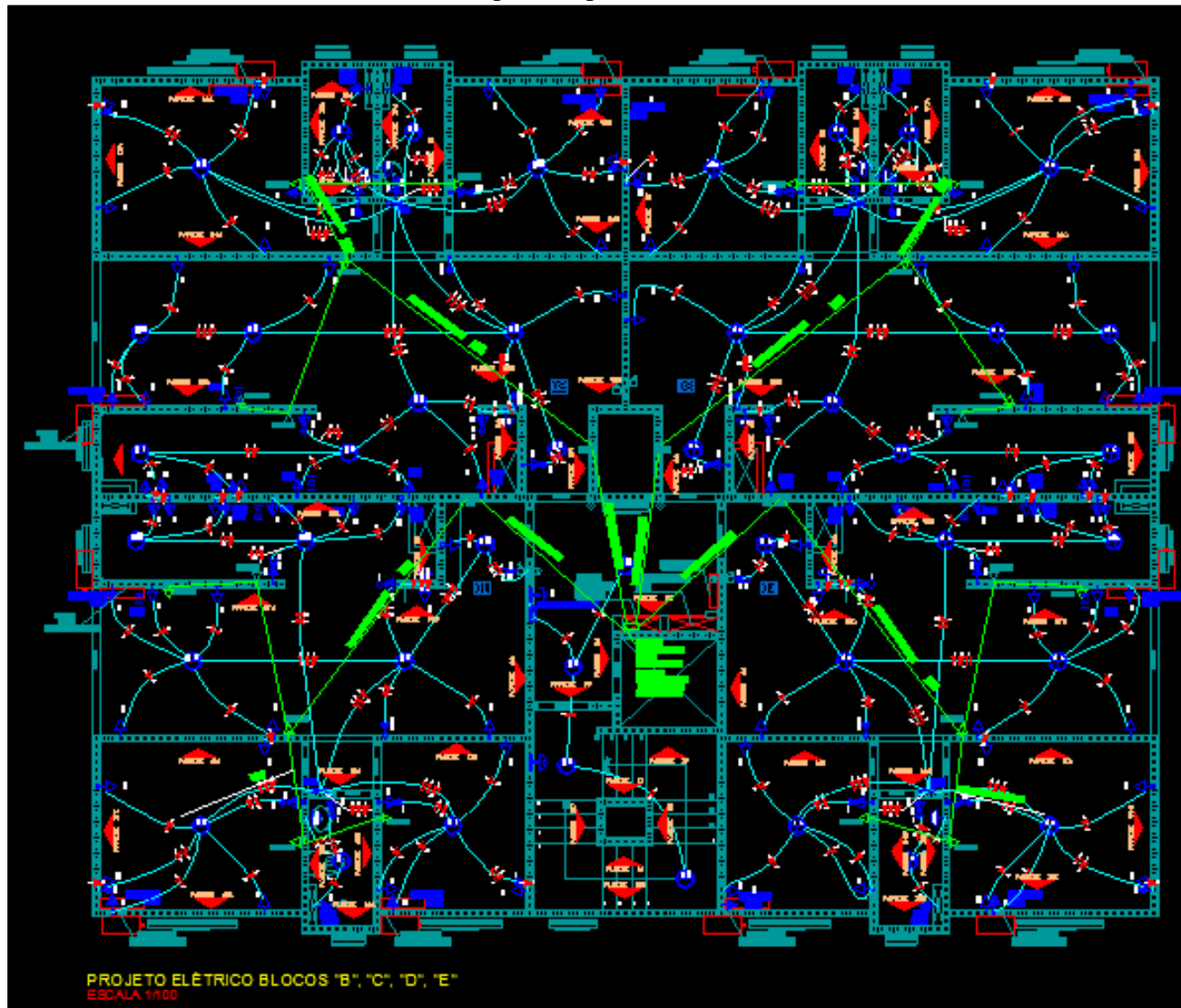
Fonte: Empresa CK Engenharia (2014).

Anexo R – Planta elétrica Residencial Yasmim.



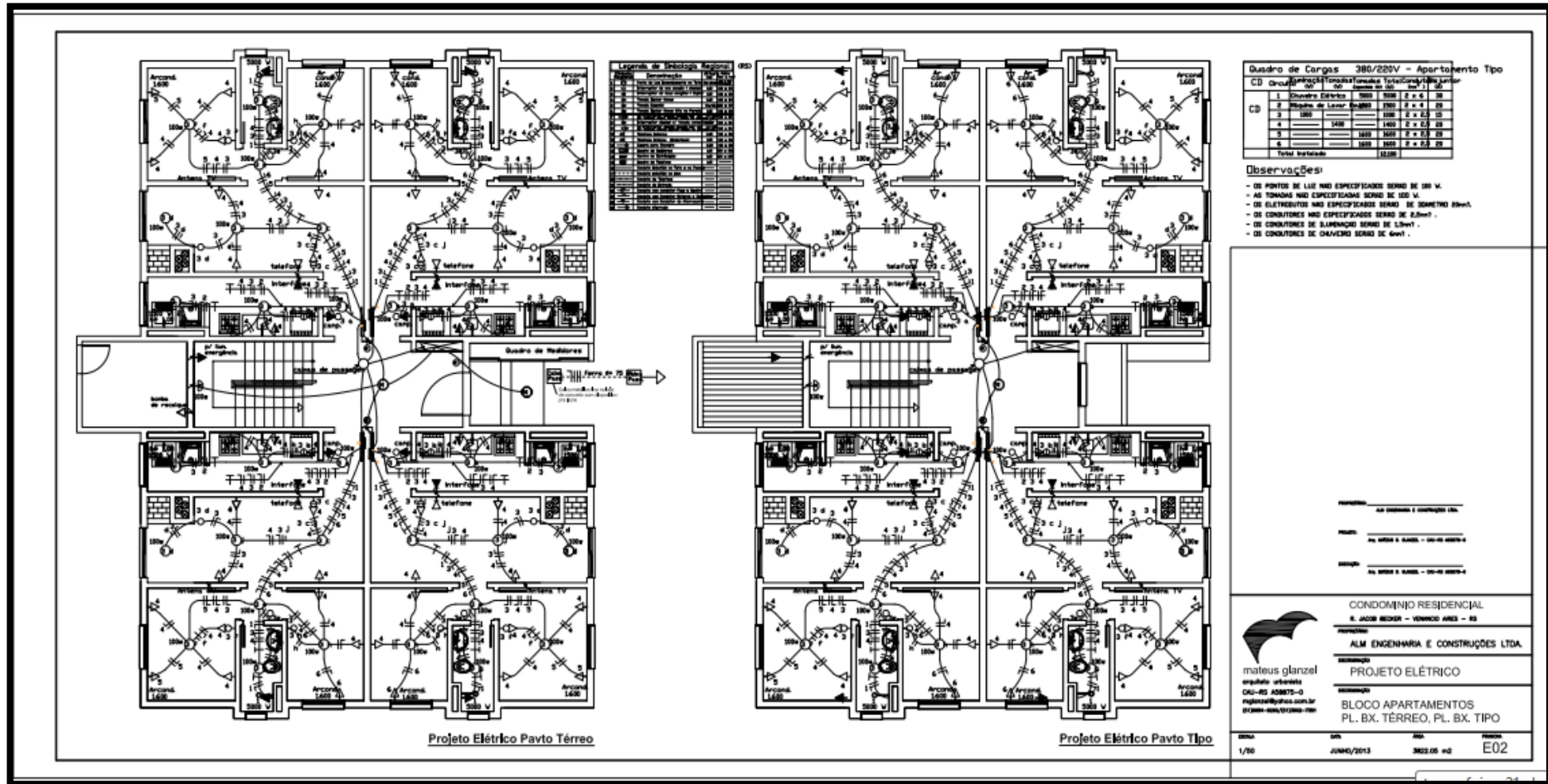
Fonte: Empresa CK Engenharia (2014).

Anexo S – Planta elétrica Residencial Parque Independência.



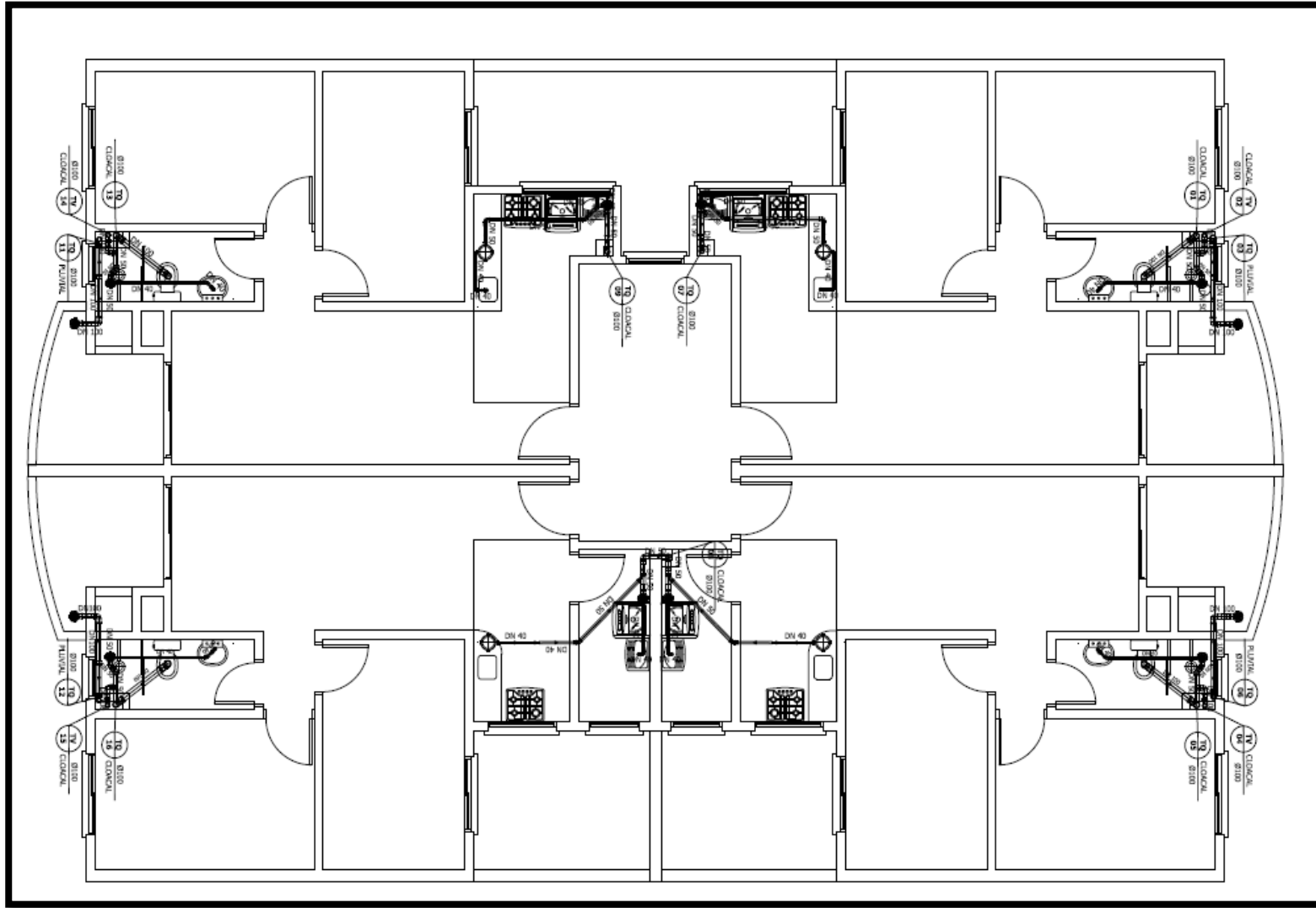
Fonte: Empresa Zagonel (2014).

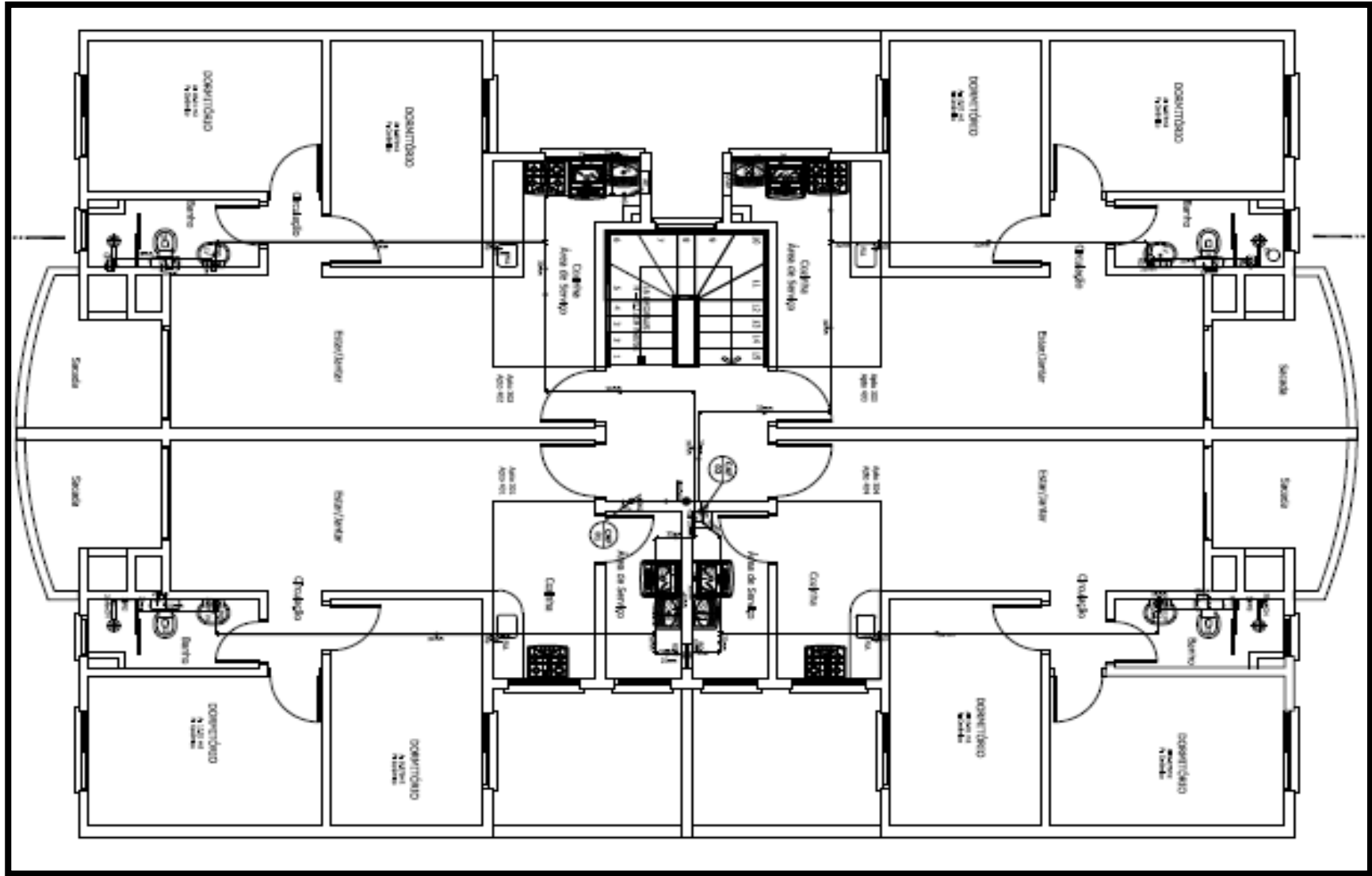
Anexo T – Planta elétrica do Residencial Jardim das Palmeiras.



Fonte: Empresa Alm Engenharia & Construções (2014).

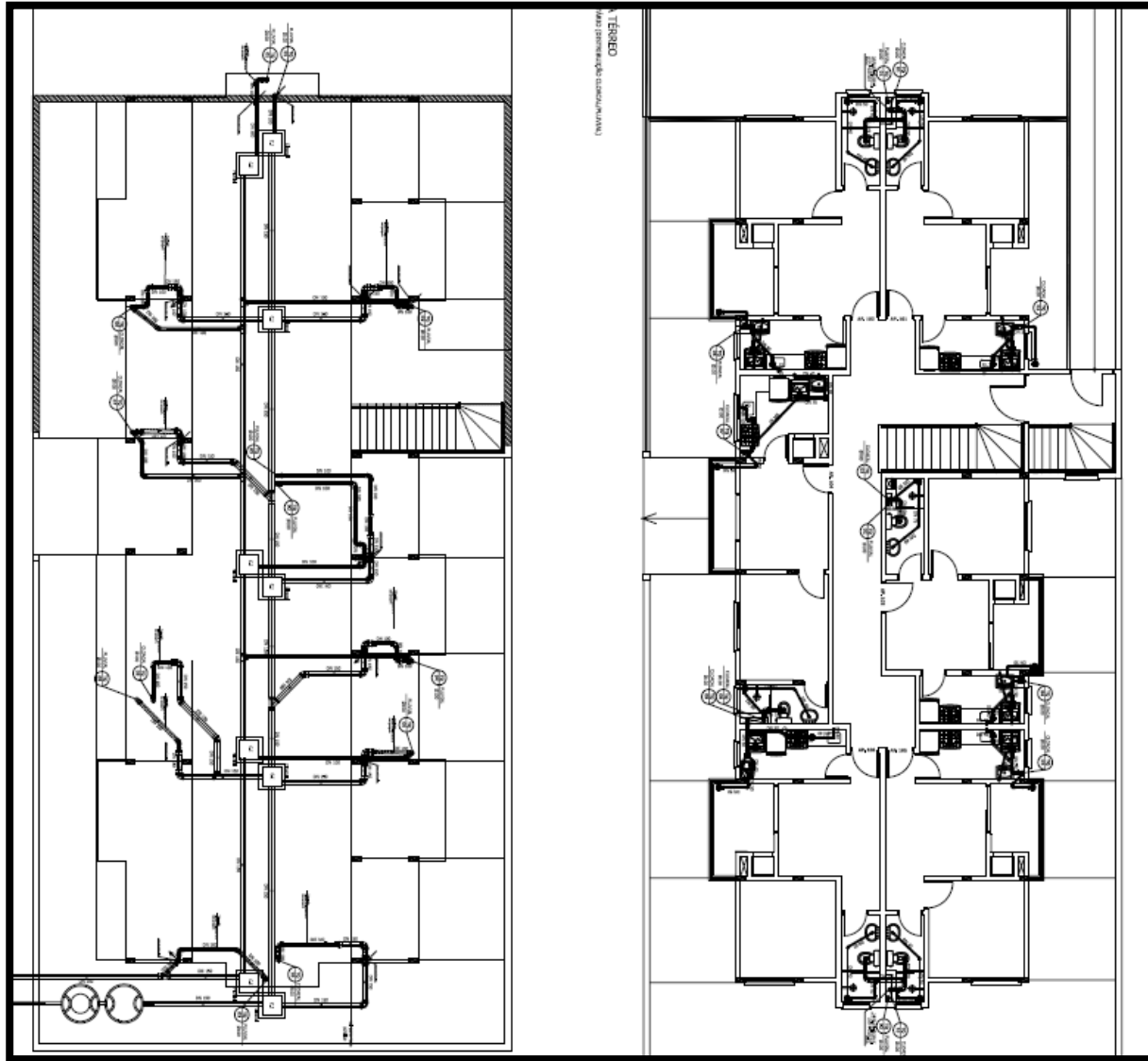
Anexo U – Projeto Hidrossanitário Residencial Topázio





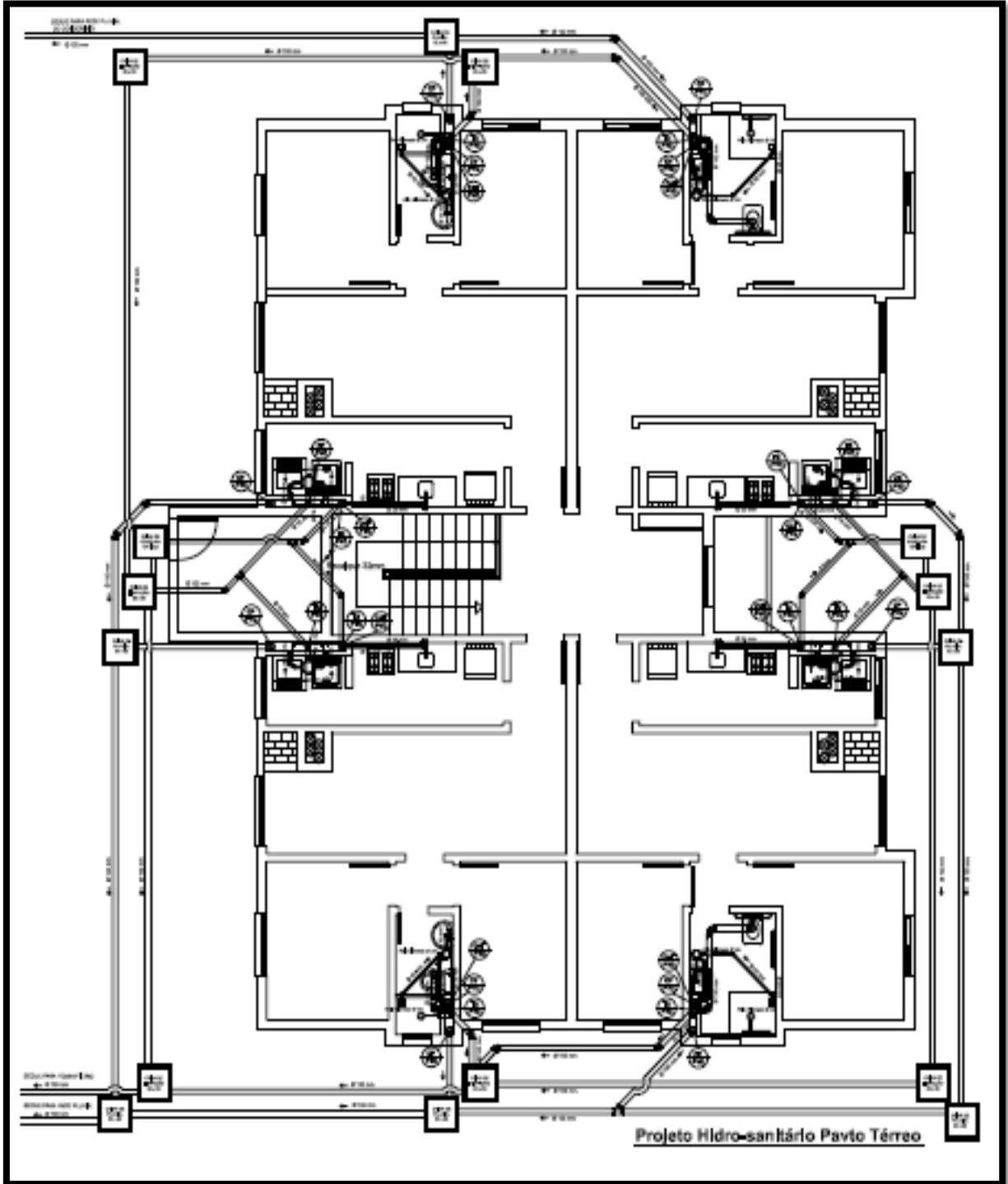
Fonte: Empresa CK Engenharia (2014).

Anexo V – Projeto Hidrossanitário Residencial Yasmim



Fonte: Empresa CK Engenharia (2014).

Anexo W – Projeto Hidrossanitário Residencial Jardim das Palmeiras



Anexo X – Relação material hidráulico Residencial Yasmim

À CK ENG. LTDA			
PRÉDIO = YASMIM			
208 m tubo ppr 32	8,65	R\$	1.799,20
440 m tubo ppr 25	5,77	R\$	2.538,80
48 base reg. Ppr gaveta 25	32,00	R\$	1.536,00
24 base reg. Ppr pressão 25	32,00	R\$	768,00
176 joelho ppr misto 25x1/2	9,46	R\$	1.664,96
144 te ppr 25	3,38	R\$	486,72
384 joelho ppr 25x90	1,75	R\$	672,00
100 joelho ppr 25x45	1,30	R\$	130,00
48 te ppr 32	3,72	R\$	178,56
56 red. Ppr 32x25	1,43	R\$	80,08
116 joelho ppr 32x90	3,42	R\$	396,72
24 conector ppr femea 32x1	12,33	R\$	295,92
248 plug br rosc. 1/2	0,60	R\$	148,80
120 luva ppr 25	1,35	R\$	162,00
60 luva ppr 32	1,76	R\$	105,60
48 m tubo sold. 75mm	26,25	R\$	1.260,00
24 joelho 90 sold. 75	18,40	R\$	441,60
4 red. Sold. 75x50	8,35	R\$	33,40
24 m tubo sold. 50mm	9,46	R\$	227,04
4 red. Sold. 50x40	1,68	R\$	6,72
24 m tubo sold. 40mm	8,86	R\$	212,64
4 red. Sold. 40x32	1,33	R\$	5,32
6 te sold. 75	27,02	R\$	162,12
6 red. 75x32	4,96	R\$	29,76
6 te 50	6,70	R\$	40,20
6 red. 50x32	2,06	R\$	12,36
6 te 40	5,62	R\$	33,72
6 red. 40x32	2,03	R\$	12,18
28 reg. Esf. c/ uniao sold. 32	23,72	R\$	664,16
25 adapt. 32x1	2,89	R\$	72,25
25 joelho 32x90	1,33	R\$	33,25
2 flange longo pvc 75x21/2	135,40	R\$	270,80
120 m tubo esg. 150	23,86	R\$	2.863,20
14 junção red. 150x100	69,90	R\$	978,60
9 red. 150x100	21,40	R\$	192,60
16 joelho 150x90	37,40	R\$	598,40
4 joelho 150x45	33,10	R\$	132,40
48 curva 90 esq 100	16,48	R\$	791,04
15 luva esg 150	21,40	R\$	321,00
9 junção esg 100	14,11	R\$	126,99
506 m tubo esg. 100	9,95	R\$	5.034,70
90 luva esg. 100	4,96	R\$	446,40
7 rí cinta perfurada	48,40	R\$	338,80
1200 paraf. c/ bucha 8 mm	0,45	R\$	540,00
56 cx sif. 150x75	26,50	R\$	1.484,00
56 joelho esg. 100x90	7,16	R\$	400,96
112 junção esg. 100x75	11,34	R\$	1.270,08
80 junção red. 75x50	7,46	R\$	596,80
80 junção 50	4,33	R\$	346,40
40 cap esg. 100	6,10	R\$	244,00
96 cap esg. 40	1,23	R\$	118,08
136 m tubo esg. 50	6,82	R\$	927,52
168 m tubo esg. 40	3,81	R\$	640,08
192 joelho esg. 100x45	6,95	R\$	1.334,40
280 joelho esg. 40x90	1,85	R\$	518,00
240 joelho esg. 40x45	1,75	R\$	420,00
56 prolongador 150x20	4,36	R\$	244,16
24 cx gord. 250x75	47,50	R\$	1.140,00
24 prolong. 250x20	21,30	R\$	511,20
48 joelho 75x90	4,12	R\$	197,76

56 joelho 75x45	3,99	R\$	223,44
120 m tubo esg. 75	8,45	R\$	1.014,00
320 m tubo ppr gas amarelo 20	14,41	R\$	4.611,20
48 joelho ppr gas amarelo 20x1/2	21,10	R\$	1.012,80
24 conector ppr gas amarelo f 20x1/2	19,66	R\$	471,84
14 joelho amarelo gas 20x90	12,96	R\$	181,44
80 luva ppr gas 20	13,10	R\$	1.048,00
40 m tubo ppr sigas 25	19,10	R\$	764,00
24 te sigas 25	18,62	R\$	446,88
24 te misto sigas 25x1/2	24,33	R\$	583,92
12 joelho ppr sigas 25	14,66	R\$	175,92
10 luva sigas 25	14,38	R\$	143,80
4 joelho sigas 25x45	22,55	R\$	90,20
1 cap sigas 25	8,34	R\$	8,34
5 te 50	4,51	R\$	22,55
12 joelho esg. 50x90	2,10	R\$	25,20
6 luva esg. 50	1,83	R\$	10,98
10 adesivo 850gr	35,45	R\$	354,50
20 fita 18x50	9,46	R\$	189,20
4 disco diamantado	78,40	R\$	313,60
2 reg. Esf. Pvc sold. 75mm	145,00	R\$	290,00
42 m tubo sold. 32	6,95	R\$	291,90
2 flange 32	12,40	R\$	24,80
4 flange 40	18,66	R\$	74,64
2 reg. Esf. Pvc 40	31,72	R\$	63,44
1 kit mão de obra	24.000,00	R\$	24.000,00
TOTAL GERAL		R\$	73.675,04

ATT = ROSIMERI FALEIRO

JUARI DE OLIVEIRA E CIA LTDA

SANTA CRUZ DO SUL 13/01/2013

Anexo Y– Entrevista com eletricitista e encanador.

Entrevista com Rober Carlos Scheneckemberg : 17/10/2014- Parte elétrica**1- Os procedimentos que vc e sua equipe costumam fazer, de forma acham mais rápido e pratico??**

"Eu acho fácil e prático, sempre tentam fazer o mais fácil possível, até comprei a cortadora de parede para facilitar a aberturas de canaletas, onde reduz o tempo e o desperdiço também".

2 - Como funciona essa cortadora de parede?

" É uma policorte com dois discos, onde faz os dois cortes de uma vez só, e evita o pó que atrapalha o serviço e suja bastante, o corte dela pode ser até para mangueiras até ¾".

3 - Na sua opinião, o que você acha mais beneficio numa obra de alvenaria estrutural ou concreto armado, nessa parte de instalações elétrica, o que você acha mais válido?

" Eu nunca fiz a parte elétrica numa obra de alvenaria estrutural, mas pelo conhecimento que tenho sobre este tipo de sistema, mesmo não fazendo na prática, eu acredito que seja mais prático e fácil."

4 - Na sua opinião existe formas que podem melhorar o sistema de concreto armado na parte de instalações???

" Uma forma que acho que seria muito melhor para fazer a parte elétrica seria se todas obras fossem levantado a estrutura e na mesma hora as paredes de vedação, por dois motivos: Para evitar problemas, exemplo quando deixam a vedação por ultimo os pedreiros dobram as esperas, os eletrodutos e quando voltamos para abrir as canaletas temos que quebrar um tijolo inteiro para arrumar, e se fosse feito estrutura com parede a gente saberia onde estaria o ponto e localizar melhor e evitar que os pedreiros complicasse nosso trabalho depois, é uma das coisas que poderia melhorar"

" E teria um equipamento mais eficiente que seria o nível a laser para facilitar o nivelamento da colocação das caixas, e a fresadora de parede que já vai deixando pronto para somente a colocação da caixinha, porém ela é cara".

5- Você acha que a mão de obra diferencia muito de um para outro sistema?

"Não sei responder esta pergunta, pois não tive experiência com obra de alvenaria estrutural".



Rober Carlos Scheneckemberg

Entrevista com Gilmar Moisés Straubichen : 22/10/2014- Parte Hidráulica

1- Os procedimentos que você e sua equipe costumam fazer, de uma forma que acham mais rápido e pratico??

" O procedimento que costumo fazer é deixar as esperas em vigas e lajes prontas para facilitar as instalações de esgoto e de água, evitando quebras de laje e das vigas, mas de paredes não tem como evitar quebras".

2 - Na sua opinião, o que você acha mais beneficio numa obra de alvenaria estrutural ou concreto armado, nessa parte de instalações hidrossanitária, o que você acha mais válido?

"Eu já trabalhei numa obra de alvenaria estrutural com blocos de concreto, mas nesta obra fiz o mesmo sistema que faço numa obra de concreto armado, cortei parede também. Mas sei que poderia ter colocado a tubulação por dentro dos blocos, porém nesta obra havia muitos blocos sendo feitos ao mesmo tempo e não deu para acompanhar, pois para fazer de uma forma sem quebrar os blocos teria que acompanhar o pedreiro na subida das fiadas."

3 - Na sua opinião existe formas que podem melhorar o sistema de concreto armado na parte de instalações???

"A única coisa é deixar as esperas prontas, como já mencionei na perguntar anterior".

4 - Você acha que a mão de obra diferencia muito de um para outro sistema?

"Se eu pudesse optar, eu escolheria uma obra de alvenaria estrutural, somente precisaria ter tempo para acompanhar o pedreiro, conforme ia subindo as fiadas ia sendo feito a parte hidráulica, e evitaria quebras de paredes, por ser mais rápido e daria menos trabalho".



Gilmar Moisés Straubichen