

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO GILBERTO DE LARA CORAL

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO DE UM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

JOÃO GILBERTO DE LARA CORAL

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO DE UM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil - COECI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Luiz Becher

Co-orientador: Prof. Esp. Sérgio Roberto Oberhauser Quintanilha Braga

CAMPO MOURÃO

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 15

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL

por

João Gilberto de Lara Coral

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h30min do dia 10 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Jorge Cândido
(UTFPR)

Prof. Msc. Luiz Becher
(UTFPR)
Orientador

Prof. Esp. Sérgio Roberto Oberhauser
Quintanilha Braga
(UTFPR)
Co-orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**
Coordenador do Curso de Engenharia Civil: **Profª Dr. Marcelo Guelbert**

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

À minha mãe, Elizete Coral, por todo o apoio e compreensão durante o período de minha graduação.

Ao meu pai, Gilberto Coral, que não esteve presente nesse período, mas que pelo esforço e pelo exemplo deixado, fez com que isso tudo fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por todas as bênçãos que colocou em minha vida durante todo esse período de graduação.

À minha família, que me apoiou, acreditou no meu potencial e que me deu força para seguir adiante a cada ano.

À minha namorada Lianne Pezenti, pela companhia de todas as horas durante quatro desses cinco anos.

Aos vários amigos que fiz na UTFPR, os quais estavam sempre presentes nesses anos, seja em dias de aula, nas madrugadas de estudo ou nos fins de semana de festa.

À minha prima Dra. Lucila Coral, pela ajuda intelectual nos momentos cruciais deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Msc. Luiz Becher e co-orientador Prof. Esp. Sérgio Braga, que pelas longas conversas e conselhos, despertaram meu interesse para essa área e para a importância deste trabalho.

Aos demais professores, que com esforço, respeito e dedicação, me guiaram nesse caminho.

Aos meus amigos, engenheiros Diovani Avila e Roberto Ferreira, os quais foram essenciais não só para a realização desse trabalho, mas para a formação do profissional que me tornei.

Agradeço a todos, que de alguma forma, me ajudaram a completar esta jornada.

RESUMO

CORAL, João G. L. Compatibilização de projetos: estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar em alvenaria estrutural. 2013. 132f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Com o mercado imobiliário brasileiro aquecido e o incentivo do governo federal, a construção civil tem crescido exponencialmente nos últimos anos e para atender essa alta demanda, é preciso otimizar processos e eliminar interferências entre os projetos, que podem gerar atraso, baixa qualidade e aumento de custo à obra. Para isso, torna-se indispensável a compatibilização dos projetos. Sendo assim, este trabalho faz a compatibilização dos projetos de um edifício multifamiliar executado em alvenaria estrutural, a fim de gerar um registro das interferências ocorridas, que poderão ser usados na retroalimentação de projetos e processos desse empreendimento, e também expor conflitos oriundos de diferentes especialidades comuns a esse sistema estrutural, para fins educacionais e de interesse de profissionais da área.

Palavras-chave: Compatibilização. Projeto. Alvenaria Estrutural.

ABSTRACT

CORAL, João G. L. Constructability: case study of a multifamily residential building in structural masonry. 2013. 132f. Conclusion course Work (graduation) – Civil Engineering. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2013.

Based on Brazilian real estate market rise and the encouragement of the federal government, the construction industry has grown exponentially in recent years and to attend this high demand, it's necessary to streamline processes and eliminate interferences between projects that can generate delay, poor quality and increase cost to work. Thus, this work makes the review of the projects of a multifamily building in structural masonry executed in order to generate a record of interference occurred, which can be used in feedback processes and projects of this enterprise, and also expose conflicts from different specialties common to this structural system, for educational purposes and interests of professionals.

Keywords: Constructability. Project. Structural masonry.

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - POTENCIAL DE INFLUÊNCIA NO CUSTO FINAL DE UM EMPREENDIMENTO DE EDIFÍCIO E SUAS FASES | 18 |
| FIGURA 2 - A CHANCE DE REDUZIR O CUSTO DE FALHAS DO EDIFÍCIO EM RELAÇÃO AO AVANÇO DO EMPREENDIMENTO | 18 |
| FIGURA 3 - ARRANJO DA EQUIPE DE PROJETO TRADICIONAL | 21 |
| FIGURA 4 - ARRANJO DA EQUIPE DE PROJETO DE FORMA MULTIDISCIPLINAR | 22 |
| FIGURA 5 - EXEMPLO DE MODULAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO DE ALVENARIA ESTRUTURAL | 28 |
| FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DE INFORMAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO DE ALVENARIA ESTRUTURAL | 31 |
| FIGURA 7 - REDEFINIÇÃO DO PROJETO A PARTIR DA RETROALIMENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE EXECUÇÃO E CONTROLE | 33 |
| FIGURA 8 - ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS DE CADA PAVIMENTO | 37 |
| FIGURA 9 - DIVISAS DO TERRENO E SUA CONTENÇÃO PERIFÉRICA NOS SUBSOLOS: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 42 |
| FIGURA 10 - DISPOSIÇÃO DOS PILARES DO ESTACIONAMENTO DOS SUBSOLOS 1 E 2: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 43 |
| FIGURA 11 - ESTACAS DA CORTINA DE CONTENÇÃO DO TERRENO QUE, POR PROJETO, FICARIAM APARENTES NOS PAVIMENTOS SUBSOLOS | 45 |
| FIGURA 12 - PROJEÇÃO DE UMA ESTACA DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA DO TERRENO E SUA DISTÂNCIA EM RELAÇÃO À DIVISA DO TERRENO | 45 |
| FIGURA 13 - BONECA NA ENTRADA PRINCIPAL DO EDIFÍCIO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL (SETA INDICA BONECA) | 49 |
| FIGURA 14 - BONECAS NA ENTRADA DO HALL VISTAS PELO LADO DE DENTRO | 51 |
| FIGURA 15 - ESPESSURA DA PAREDE DE BLOCOS DE CONCRETO EMBOÇADA E REBOCADA. | 58 |
| FIGURA 16 - PALETA DA SACADA AUMENTADA | 59 |
| FIGURA 17 - PALETAS SENDO AUMENTADAS NA FACHADA DO EDIFÍCIO | 59 |
| FIGURA 18 - PAREDE ENTRE A ÁREA DE SERVIÇO E A COZINHA: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 61 |
| FIGURA 19 - DISPOSIÇÃO DOS PILARES DO ESTACIONAMENTO DOS SUBSOLOS 1 E 2: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL (REPETIÇÃO DA FIGURA 10, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 43) | 74 |
| FIGURA 20 - DISPOSIÇÃO DO PILAR 47 NOS PAVIMENTOS SUBSOLOS 1 E 2: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 75 |
| FIGURA 21 - DIVISAS DO TERRENO E SUA CONTENÇÃO PERIFÉRICA NO SUBSOLO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL (REPETIÇÃO DA FIGURA 09, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 42) | 76 |
| FIGURA 22 - COTA DO POÇO DOS ELEVADORES EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO SUBSOLO 2: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 77 |
| FIGURA 23 - PILAR 47 (SETA INDICA A POSIÇÃO DO PILAR 47) | 79 |
| FIGURA 24 – CORTINA DE ESTACAS DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA DO TERRENO AO FUNDO (REPETIÇÃO DA FIGURA 11, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 45) | 79 |
| FIGURA 25 - PAREDES DOS SUBSOLOS LISAS (SEM ESTACAS APARENTES) | 80 |
| FIGURA 26 - DISTÂNCIA DA ESTACA EM RELAÇÃO À DIVISA DO TERRENO (LINHA INDICA A PROJEÇÃO DE UMA ESTACA DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA DO TERRENO) - | |

| | |
|---|-----|
| (REPETIÇÃO DA FIGURA 12, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 45) | 80 |
| FIGURA 27 - DISTÂNCIA DAS ESTACAS DA CONTENÇÃO EM RELAÇÃO À DIVISA DO TERRENO (SETA INDICA PEÇAS DE MADEIRA ENTRA A ESTACA E O TERRENO VIZINHO)..... | 81 |
| FIGURA 28 - NÍVEIS DO ACESSO PRINCIPAL DO EDIFÍCIO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 83 |
| FIGURA 29 - NÍVEIS DO PISO DO HALL DOS ELEVADORES DO PAVIMENTO TÉRREO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 84 |
| FIGURA 30 - ESPAÇO PARA A PORTA DO ESPAÇO FITNESS: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 85 |
| FIGURA 31 - DISPOSIÇÃO DO PILAR 25 NO PAVIMENTO TÉRREO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO (A SETA INDICA A POSIÇÃO DA PAREDE QUE FOI RETIRADA); B) PROJETO ESTRUTURAL (SETA INDICA O PILAR 25)..... | 86 |
| FIGURA 32 – CORREDOR DE ACESSO À ESCADARIA DOS SUBSOLOS: A) PROJETO ARQUITETÔNICO (SETAS INDICAM A MURETA E O FINAL DO CORREDOR); B) PROJETO ESTRUTURAL (SETA INDICA O FINAL DO CORREDOR) | 87 |
| FIGURA 33 - DEGRAUS DA ESCADA ENCLAUSURADA DO TÉRREO PARA O TIPO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 88 |
| FIGURA 34 - DEGRAUS DA ESCADA DE ACESSO AO SUBSOLO 1: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 89 |
| FIGURA 35 - BONECA NA ENTRADA PRINCIPAL DO EDIFÍCIO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO HIDROSSANITÁRIO (SETA INDICA BONECA) – (REPETIÇÃO DA FIGURA 13, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 49)..... | 90 |
| FIGURA 36 - PLANOS DE COBERTURA DA GARAGEM DO TÉRREO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO (SETA INDICA TÉRMINO DO TELHADO DEBAIXO DAS JANELAS DO QUARTOS 1 E 2); B) PROJETO HIDROSSANITÁRIO (SETAS INDICAM TÉRMINO DA SEGUNDA ÁGUA DO TELHADO DEBAIXO DA JANELA DA SUÍTE E CUMEEIRA EM POSIÇÃO DIFERENTE EM RELAÇÃO AO PROJETO ARQUITETÔNICO.) | 91 |
| FIGURA 37 - DEGRAUS DA ENTRADA DO EDIFÍCIO | 93 |
| FIGURA 38 - NÍVEL DO PISO DO HALL DOS ELEVADORES NO PAVIMENTO TÉRREO (IGUAL AO NÍVEL DO HALL DE ENTRADA DO EDIFÍCIO) | 93 |
| FIGURA 39 - PORTA DO ESPAÇO FITNESS AO LADO DO PILAR..... | 94 |
| FIGURA 40 - VÃO DEIXADO PARA A PORTA DO ESPAÇO FITNESS..... | 94 |
| FIGURA 41 - HALL DOS ELEVADORES E ACESSOS (SETA INDICA COMEÇO DA CONSTRUÇÃO DA PAREDE QUE FOI RETIRADA PARA EVITAR ESTRANGULAMENTO DO CORREDOR) . | 95 |
| FIGURA 42 – HALL DOS ELEVADORES E ACESSOS (SETA INDICA O PILAR 25 NO MEIO DA CIRCULAÇÃO)..... | 95 |
| FIGURA 43 - CORREDOR DE ACESSO À ESCADARIA DO SUBSOLO | 96 |
| FIGURA 44 - VISÃO EXTERNA DO CORREDOR DE ACESSO À ESCADARIA DO SUBSOLO. | 96 |
| FIGURA 45 - LANCES DA ESCADA DO TÉRREO DE ACESSO AOS PAVIMENTOS TIPO: A) LANCE 1; B) LANCE 2; C) LANCE 3; D) LANCE 4 | 97 |
| FIGURA 46 - LANCES DA ESCADA DO TÉRREO DE ACESSO AOS SUBSOLOS: A) LANCE 1; B) LANCE 2; C) LANCE 3; D) LANCE 4 | 98 |
| FIGURA 47 - BONECA NA ENTRADA DO EDIFÍCIO PARA ESCONDER TUBULAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS..... | 99 |
| FIGURA 48 - BONECA NA PAREDE OPOSTA À BONECA HIDRÁULICA | 99 |
| FIGURA 49 - BONECAS NA ENTRADA DO HALL VISTAS PELO LADO DE DENTRO (REPETIÇÃO DA FIGURA 14, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 51) | 100 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 50 - DIVISÃO DE ÁGUAS DO TELHADO DO ESTACIONAMENTO DO PAVIMENTO TÉRREO (SETA INDICA FINAL DA SEGUNDA ÁGUA ALINHADA ÀS JANELAS DOS QUARTOS 1 E 2) | 100 |
| FIGURA 51 - DIMENSÃO DO PASSA-PRATO DOS APARTAMENTOS: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 102 |
| FIGURA 52 - ALTURAS DO PEITORIL DA JANELA DA SUÍTE: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 103 |
| FIGURA 53 - FIGURA DO PEITORIL DA JANELA DOS QUARTOS 1 E 2: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 104 |
| FIGURA 54 - ALTURA DO PEITORIL DA JANELA DA ÁREA DE SERVIÇO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 105 |
| FIGURA 55 - DIMENSÕES DAS PORTAS DOS ELEVADORES: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 106 |
| FIGURA 56 - ESTRUTURA DEFINIDA PARA A PARTE DE CIMA DA PORTA DOS ELEVADORES: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 107 |
| FIGURA 57 - DIMENSÕES DA ANTECÂMARA E DO DUTO DE SAÍDA DE AR: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 108 |
| FIGURA 58 - LARGURA DA JANELA DA ESCADA ENCLAUSURADA: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 109 |
| FIGURA 59 - DEGRAUS DA ESCADA ENCLAUSURADA NO PAVIMENTO TIPO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 110 |
| FIGURA 60 - PAREDES NO CENTRO DA ESCADA ENCLAUSURADA: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 111 |
| FIGURA 61 - LARGURA DAS PAREDES: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL | 112 |
| FIGURA 62 - PRUMADA HIDROSSANITÁRIA ENTRE BANHEIROS: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO ESTRUTURAL; C) PROJETO HIDROSSANITÁRIO | 113 |
| FIGURA 63 - ESPESSURA DA PAREDE ATRÁS DA PIA DA SACADA: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO HIDROSSANITÁRIO | 114 |
| FIGURA 64 - PAREDE ENTRE A COZINHA E A ÁREA DE SERVIÇO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO HIDROSSANITÁRIO (REPETIÇÃO DA FIGURA 18, P. 61) | 115 |
| FIGURA 65 - LARGURA DA ÁREA DE SERVIÇO: A) PROJETO ARQUITETÔNICO; B) PROJETO HIDROSSANITÁRIO | 116 |
| FIGURA 66 – PASSA-PRATO DOS APARTAMENTOS..... | 118 |
| FIGURA 67 - LARGURA DOS PASSA-PRATOS..... | 118 |
| FIGURA 68 - JANELA DA SUÍTE (SETAS INDICAM DUAS FIADAS DE BLOCOS)..... | 119 |
| FIGURA 69 - JANELA DOS QUARTOS 1 E 2 (SETAS INDICAM AS CINCO FIADAS DE BLOCOS).119 | |
| FIGURA 70 - JANELA DA ÁREA DE SERVIÇO (SETAS INDICAM AS CINCO FIADAS DE BLOCOS)120 | |
| FIGURA 71 - LARGURA DO VÃO DO ELEVADOR EXECUTADO | 120 |
| FIGURA 72 - VÃO DEIXADO NA EXECUÇÃO DOS ELEVADORES (SETAS INDICAM AS DUAS FIADAS DE BLOCO-CANALETA EXECUTADOS ACIMA DO VÃO)..... | 121 |
| FIGURA 73 - PORTA DOS ELEVADORES (SETA INDICA VÃO ENTRE A ESTRUTURA EXECUTADA E O ELEVADOR INSTALADO) | 121 |
| FIGURA 74 - PORTA DOS ELEVADORES (SETA INDICA FECHAMENTO DO VÃO COM GESSO ACARTONADO) | 122 |
| FIGURA 75 - JANELA DA ESCADA ENCLAUSURADA: A) CONFORME PROJETO ARQUITETÔNICO; B) CONFORME PROJETO ESTRUTURAL | 123 |
| FIGURA 76 - ESCADA ENCLAUSURADA DO PAVIMENTO TIPO..... | 124 |
| FIGURA 77 - PAREDES NO CENTRO DA ESCADA ENCLAUSURADA..... | 125 |
| FIGURA 78 - ESPESSURA DA PAREDE EMBOÇADA..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 79 - ESPESSURA DA PAREDE EMBOÇADA E REBOCADA (REPETIÇÃO DA FIGURA 15, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 58) | 126 |
| FIGURA 80 - PRUMADAS HIDROSSANITÁRIAS PASSANDO PELA PAREDE DE | 126 |
| FIGURA 81 - PAREDE DE VEDAÇÃO ENTRE BANHEIROS | 127 |
| FIGURA 82 - TUBULAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS DA SACADA | 127 |
| FIGURA 83 - PALETA DA SACADA AUMENTADA (REPETIÇÃO DA FIGURA 16, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 59)..... | 128 |
| FIGURA 84 - PALETAS SENDO AUMENTADAS NA FACHADA DO EDIFÍCIO (REPETIÇÃO DA FIGURA 17, UTILIZADA NOS RESULTADOS E DISCUSSÕES, P. 59)..... | 128 |
| FIGURA 85 - PAREDE ENTRE COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO | 129 |
| FIGURA 86 - ESPESSURA DA PAREDE ENTRE COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO | 129 |
| FIGURA 87 - TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS NA PAREDE ATRÁS DO TANQUE | 130 |
| FIGURA 88 - BONECA SENDO EXECUTADA NA PAREDE ATRÁS DO TANQUE | 130 |
| FIGURA 89 - TUBO DE PPR DE ÁGUA ALIMENTANDO A PIA DA SACADA PELO CHÃO | 131 |
| FIGURA 90 - LAJES EXECUTADAS NA LATERAL DA ÁREA DE SERVIÇO (LADO ESQUERDO DO EDIFÍCIO) | 131 |
| FIGURA 91 - LAJES EXECUTADAS NA LATERAL DA ÁREA DE SERVIÇO (LADO DIREITO DO EDIFÍCIO) | 132 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 - ETAPAS DE PROJETO CONFORME AUTORES NACIONAIS | 20 |
| QUADRO 2 - INTERFERÊNCIAS ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL DOS SUBSOLOS | 40 |
| QUADRO 3 - SOLUÇÕES PARA AS INTERFERÊNCIAS ADOTADAS NA EXECUÇÃO DOS SUBSOLOS | 44 |
| QUADRO 4 - INTERFERÊNCIAS ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO DO PAVIMENTO TÉRREO | 46 |
| QUADRO 6 - INTERFERÊNCIAS ENTRE OS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E HIDROSSANITÁRIO DO PAVIMENTO TIPO | 52 |
| QUADRO 7 - SOLUÇÕES PARA AS INTERFERÊNCIAS ADOTADAS NA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO TÉRREO E ALTERAÇÕES DE PROJETO NA EXECUÇÃO | 55 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 JUSTIFICATIVA | 16 |
| 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 4.1 O PROJETO E SEU PROCESSO DE ELABORAÇÃO | 17 |
| 4.1.1 Projeto de edificações | 17 |
| 4.1.2 O processo de projeto | 19 |
| 4.1.3 Coordenação e gerenciamento de projetos | 20 |
| 4.2 PROCESSO CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL | 23 |
| 4.2.1 Conceito estrutural básico | 23 |
| 4.2.2 Vantagens de uma obra de alvenaria estrutural | 25 |
| 4.2.3 Parâmetros para a elaboração de projetos de alvenaria estrutural | 26 |
| 4.3 COMPATIBILIZAÇÃO E RETROALIMENTAÇÃO DE PROJETOS | 29 |
| 4.3.1 Compatibilização de projetos | 29 |
| 4.3.2 Retroalimentação de projetos | 31 |
| 5 METODOLOGIA | 35 |
| 5.1 CARACTERÍSTICAS DO OBJETO DA PESQUISA | 35 |
| 5.2 MATERIAIS | 36 |
| 5.3 MÉTODOS | 36 |
| 5.3.1 Caracterização do processo de compatibilização | 36 |
| 5.3.2 Comparação entre os projetos e a execução do edifício | 38 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 39 |
| 6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS | 39 |
| 6.1.1 Pavimentos subsolos 1 e 2 | 39 |
| 6.1.2 Pavimento térreo | 46 |
| 6.1.3 Pavimento tipo | 51 |
| 7 CONCLUSÕES | 63 |
| REFERÊNCIAS | 65 |
| APÊNDICE A – CHECKLIST PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ELEMENTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO | 68 |
| APÊNDICE B – CHECKLIST PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ELEMENTOS DO PROJETO ESTRUTURAL | 69 |
| APÊNDICE D – MODELO DO QUADRO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PROJETOS | 71 |
| APÊNDICE E – MODELO DO QUADRO DE ALTERAÇÕES PROJETO-EXECUÇÃO | 72 |
| ANEXO A – COMPARAÇÕES ENTRE PROJETOS DOS PAVIMENTOS SUBSOLOS 1 E 2 | 73 |
| ANEXO B – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS SOLUÇÕES ADOTADAS NA EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS SUBSOLOS 1 E 2 | 78 |
| ANEXO C – COMPARAÇÃO ENTRE PROJETOS DO PAVIMENTO TÉRREO | 82 |
| ANEXO D - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS SOLUÇÕES ADOTADAS NA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO TÉRREO | 92 |
| ANEXO E – COMPARAÇÕES ENTRE PROJETOS DO PAVIMENTO TIPO | 101 |
| ANEXO F - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS SOLUÇÕES ADOTADAS NA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO TIPO | 117 |

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, uma das áreas de trabalho mais antigas do mundo, com o passar do tempo sofreu diversas mudanças e avanços tecnológicos significativos. Novas técnicas de construção surgiram, tecnologias foram inseridas no desenvolvimento e execução de projetos e novos materiais foram desenvolvidos para aplicação no setor. Um exemplo desse avanço é a alvenaria estrutural. Nos últimos 30 anos, com extensos trabalhos de pesquisa, a alvenaria estrutural tem apresentado maiores e mais visíveis avanços do que qualquer outra forma de estrutura usada na construção civil. Como consequência, é um dos mais econômicos e modernos métodos de construção (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999). No entanto, conforme a atividade da construção evolui, a complexidade dos projetos aumenta e, conseqüentemente, a execução deles também. Por isso conflitos entre projetos acabam surgindo e, frequentemente, acabam sendo resolvidos em obra.

Como forma de evitar tanto as interferências entre projeto e execução, quanto as que ocorrem entre os projetos de especialidades distintas, pesquisadores vêm trabalhando cada vez mais no desenvolvimento de métodos e ferramentas para a gestão do processo de projeto. Nessa fase, mudanças e decisões podem ser realizadas com mais segurança, de forma a não impactar, ou impactar menos, o orçamento e o cronograma do empreendimento, se comparado às mudanças e decisões tomadas na fase de execução.

No entanto, os projetos, muitas vezes, não são compatibilizados eficientemente e algumas alterações acabam sendo necessárias durante o desenvolvimento da obra. Dessa forma, ao final da construção os projetos não representam fielmente o objeto construído, dificultando a manutenção e futuras intervenções. Por isso, é necessário que essas alterações sejam registradas para que os projetos possam ser atualizados, gerando o chamado Projeto *As Built*, ou Projeto Definitivo (CREA-PB, 2007).

Este trabalho irá fazer uma compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de um edifício em alvenaria estrutural que está em fase de execução, ressaltando pontos que não foram compatibilizados e como esses pontos estão sendo resolvidos no canteiro de obras. O objetivo dele é gerar quadros de interferências e de modificações adotadas na execução da obra, que poderão

servir como ferramenta de auxílio na atualização dos projetos, que poderão ser reproduzidos em empreendimentos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar projetos de um edifício residencial em alvenaria estrutural, identificando as principais incompatibilidades entre eles, de forma a gerar quadros de interferências e de modificações adotadas na execução obra, que poderão servir como ferramenta de auxílio na atualização dos projetos para reprodução em empreendimentos futuros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os projetos arquitetônico, hidrossanitário e estrutural do edifício, apontando as incompatibilidades existentes entre eles;
- Relacionar as incompatibilidades encontradas entre os projetos com a execução da obra, observando as modificações que foram adotadas em obra;
- Gerar quadros de interferências e de alterações em obra, propondo correções.

3 JUSTIFICATIVA

Com o mercado imobiliário brasileiro aquecido e o incentivo do governo federal, a construção civil tem crescido exponencialmente nos últimos anos e para atender essa alta demanda por habitação, conceitos de produção foram inseridos nas obras e sistemas construtivos foram aperfeiçoados, a fim de otimizar processos e reduzir o tempo de construção. A alvenaria estrutural é hoje um dos principais exemplos disso, pois apresenta um sistema construtivo simples, de fácil execução e um custo competitivo com os demais sistemas.

Contudo, uma das principais razões de atrasos em obras é a existência de conflitos oriundos dos projetos, que podem acarretar possíveis patologias e desperdício de materiais e de mão-de-obra. Desse modo uma forma de evitar tais problemas é fazer a compatibilização dos projetos, que possibilita o ajuste entre eles, simplificando a execução da obra e gerando também um maior controle da qualidade.

Ainda hoje em muitos casos a compatibilização é feita no próprio canteiro de obras, durante o desenvolvimento da construção. No entanto devido à imposição de não se permitir qualquer quebra em paredes estruturais, projetos de alvenaria estrutural devem ser mais completos e compatibilizados se comparados com projetos de construções convencionais, uma vez que o projeto estrutural é desenvolvido após a modulação das paredes e a solução das instalações complementares (PARSEKIAN; JÚNIOR, 2003, p. 2).

Assim, considerando a compatibilização de projetos essencial para o uso da alvenaria estrutural, esse estudo de caso pode contribuir com o avanço desse sistema construtivo, levantando problemas e soluções de interesse de profissionais da área e para fins educacionais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O PROJETO E SEU PROCESSO DE ELABORAÇÃO

4.1.1 Projeto de edificações

Segundo a NBR 5674:1999, o projeto é “a descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”. Ainda, o projeto pode ser entendido como “[...] a expressão gráfica de uma ideia, a demonstração em linguagem própria de um vir a ser. O projeto é antes de tudo uma antevisão de um futuro realizável, mas que deve ser apresentado em forma gráfica, capaz de ser lido” (PROGRAMA DE EXCELÊNCIA EM PROJETOS CREA-PR, FASCÍCULO 2, 2010, p. 18).

Para Melhado et al. (2005, p. 97), “Projetar é gerar soluções, exequíveis e economicamente viáveis a um problema proposto, para depois decidir de forma racional entre elas”. Sendo assim, o projeto tem um papel importante no sucesso de um empreendimento, pois está relacionado diretamente aos seus custos.

O desenvolvimento do projeto desempenha papel fundamental nessa estratégia de liderança, uma vez que o custo global do empreendimento é verdadeiramente determinado nessa fase. Após as decisões do projeto serem tomadas, o potencial de determinação dos custos é limitado, pois o processo de produção é condicionado: pelas características definidas para o produto, pela seleção da tecnologia que ocorre no projeto e pelas especificações de materiais e componentes (SILVA; SOUZA, 2003, p. 22).

Melhado et al. (2005, p. 14) também afirma que “o projeto, além de instrumento de decisão sobre as características do produto, influi diretamente nos resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência de seus processos, como informação de apoio à produção”. Essa influência do projeto é mostrada na figura 1. Ainda segundo o autor, o papel do projeto, por ser precedente das demais etapas do processo de produção, é muito expressivo, pois apesar do

baixo dispêndio de recursos, concentram-se boa parte das chances de redução da incidência de falhas e dos respectivos custos, como é ilustrado pela figura 2.

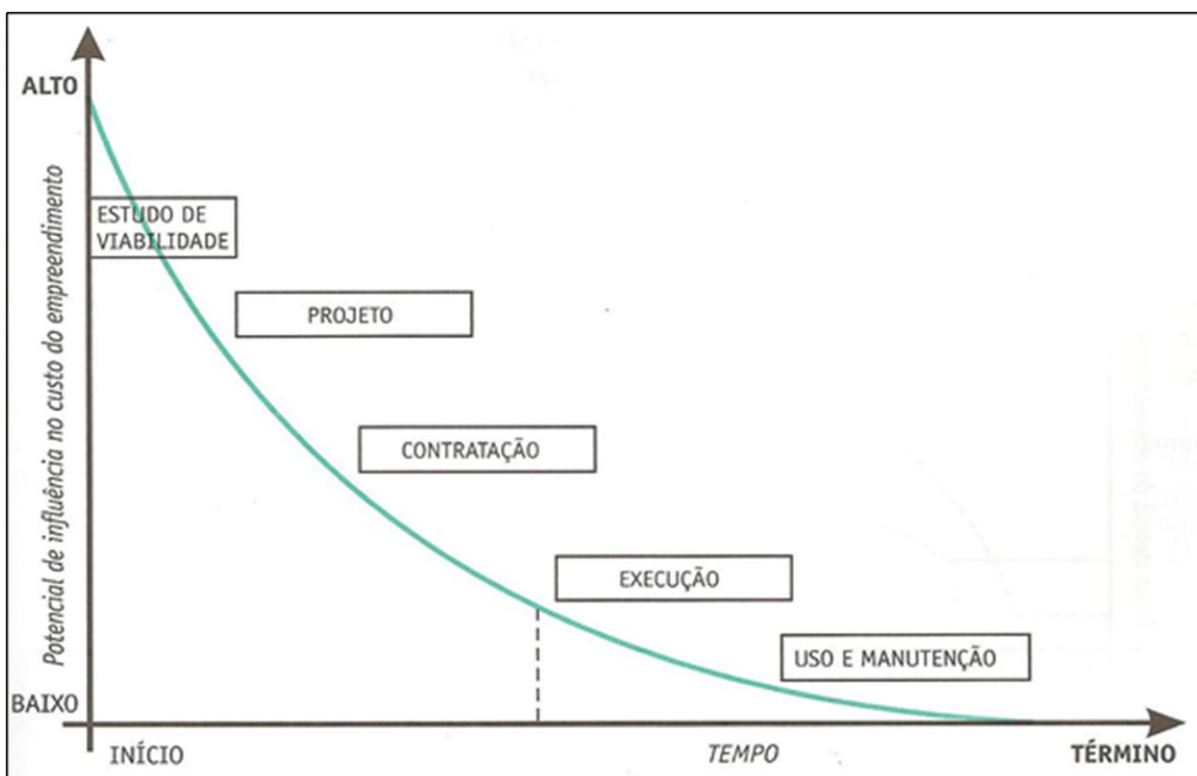


Figura 1 - Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases

Fonte: Melhado et al. (2005, apud CII, 1987).

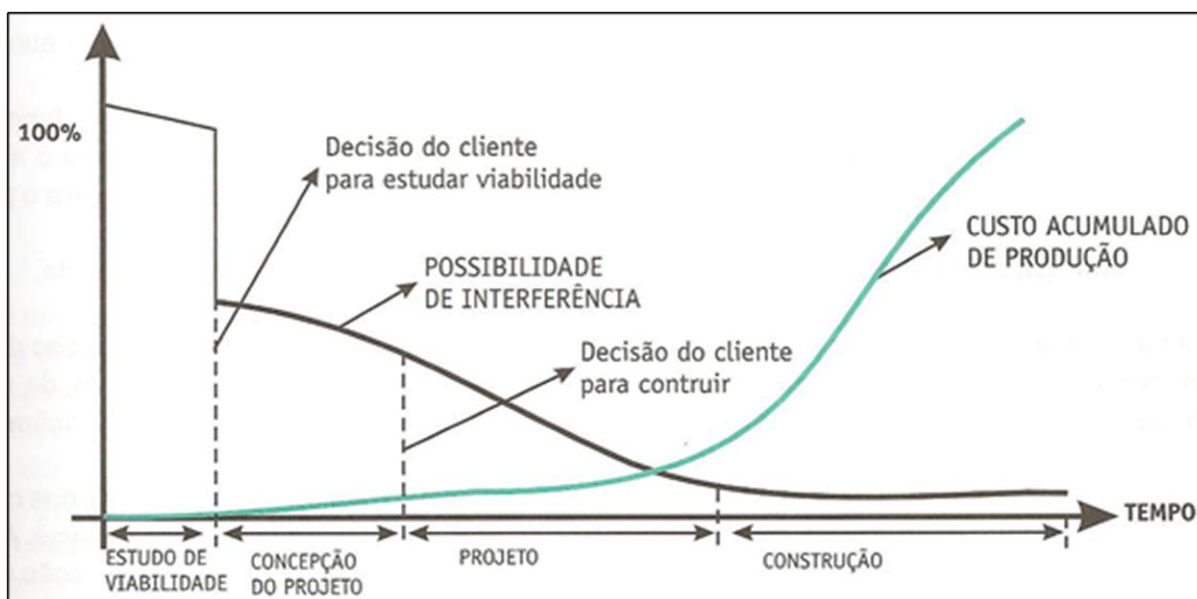


Figura 2 - A chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento

Fonte: Melhado et al. (2005, apud HAMMARLUND; JOSEPHSON, 1992).

O projeto na construção civil deve comunicar as características da edificação e de seu processo de execução. Além disso, o projeto é fundamental para a introdução de novas tecnologias, para a redução da ocorrência de problemas e patologias construtivas, garantir a qualidade, a racionalidade e a construtibilidade do empreendimento, reduzir o tempo total de construção da obra assim como seus custos finais, sem perder de vista a segurança do trabalhador, do usuário e a preservação do meio ambiente, tanto na fase de execução quanto de seu uso (OLIVEIRA; FABRICIO; MELHADO, 2004, p. 3).

Portanto, é na etapa de projeto que as decisões mais importantes são tomadas, pois é onde os custos das etapas do empreendimento são definidos e quando é possível se prever as principais falhas que podem ocorrer durante a execução.

4.1.2 O processo de projeto

A NBR 13531/1995 define que o processo de desenvolvimento de projetos de edificações e de seus elementos, instalações e componentes pode ser dividido em etapas sucessivas, que abrangem desde a coleta de informações e a viabilidade do empreendimento até a emissão de informações técnicas finais para sua execução. Diversos pesquisadores e consultores nacionais vêm trabalhando nos últimos anos no desenvolvimento de métodos e ferramentas para a gestão do processo de projeto, e defendem que há um grande potencial de melhora e racionalização dos empreendimentos (MIKALDO, 2006, p. 25).

Apesar de haver algumas divergências em como cada pesquisador e autor divide as etapas do processo de projeto, elas são bastante parecidas. O quadro 1 indica as definições das etapas de alguns autores e da norma anteriormente citada.

| ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO | | | |
|--|-----------------------------|--|--|
| Autores | | | |
| Melhado (1994) | NBR 13531 (1995) | Tzortzopoulos (1999) | Rodrigues e Heineck (2002) |
| Idealização | Levantamento | Planejamento e concepção do empreendimento | Planejamento e concepção do empreendimento |
| | Programa de Necessidades | | |
| | Estudo de viabilidade | | |
| Estudo preliminar | Estudo preliminar | Estudo preliminar | Estudo preliminar |
| Anteprojeto | Anteprojeto | Anteprojeto | Anteprojeto |
| Projeto Legal | Projeto Legal | Projeto Legal | Projeto Legal |
| Projeto para produção | Projeto para execução | Projeto executivo | Projeto executivo |
| Acompanhamento do planejamento e execução | Acompanhamento da obra | Acompanhamento da obra | Acompanhamento da execução e de uso |
| Retroalimentação a partir da entrega e uso do Produto | Acompanhamento de uso | Acompanhamento de uso | |

Quadro 1 - Etapas de projeto conforme autores nacionais

Fonte: Mikaldo (2006).

4.1.3 Coordenação e gerenciamento de projetos

Os termos “coordenação” e “gerenciamento” de projetos são utilizados atualmente para se referir às atividades que devem ser desenvolvidas para assegurar que a equipe de projeto possa atingir os resultados esperados ao final de seu trabalho. Apesar de ambos caracterizarem-se pelo envolvimento de decisões sobre processos e atividades, eles têm conceitos diferentes entre si e são representados, respectivamente, pelo coordenador de projetos e pelo gerente de projetos.

A coordenação de projetos, segundo Melhado et al. (2005, p. 20), é definida como a “atividade decorrente de um caráter multidisciplinar das atividades envolvidas [...], que deve ser exercida por profissional experiente, de forma imparcial e isenta, representando em primeiro plano o empreendedor”. Os autores acima também esclarecem que a coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao

desenvolvimento do processo de projeto e que tem como objetivo fomentar a interatividade na equipe de projeto, além de melhorar a qualidade dos projetos, e que possui os seguintes objetivos básicos:

- Orientar a equipe de projeto e garantir o atendimento às necessidades dos clientes do projeto;
- Garantir a obtenção de projetos *coerentes e completos*, isto é, sem conflitos entre as especialidades e sem pontos de indefinição ("vazios de projeto");
- Coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuindo tarefas e estabelecendo prazos, além de disciplinar o fluxo de informações entre os participantes e demais envolvidos no projeto, transmitindo dados e realizando consultas, organizando reuniões de integração e controlando a qualidade do "serviço projeto";
- Decidir entre alternativas para solução de problemas técnicos, em especial nas interfaces entre especialidades.

As figuras 3 e 4 ilustram, respectivamente, os arranjos das equipes de projeto segundo a forma tradicional e segundo o conceito de equipes multidisciplinares, onde é possível observar o papel do coordenador de projetos.

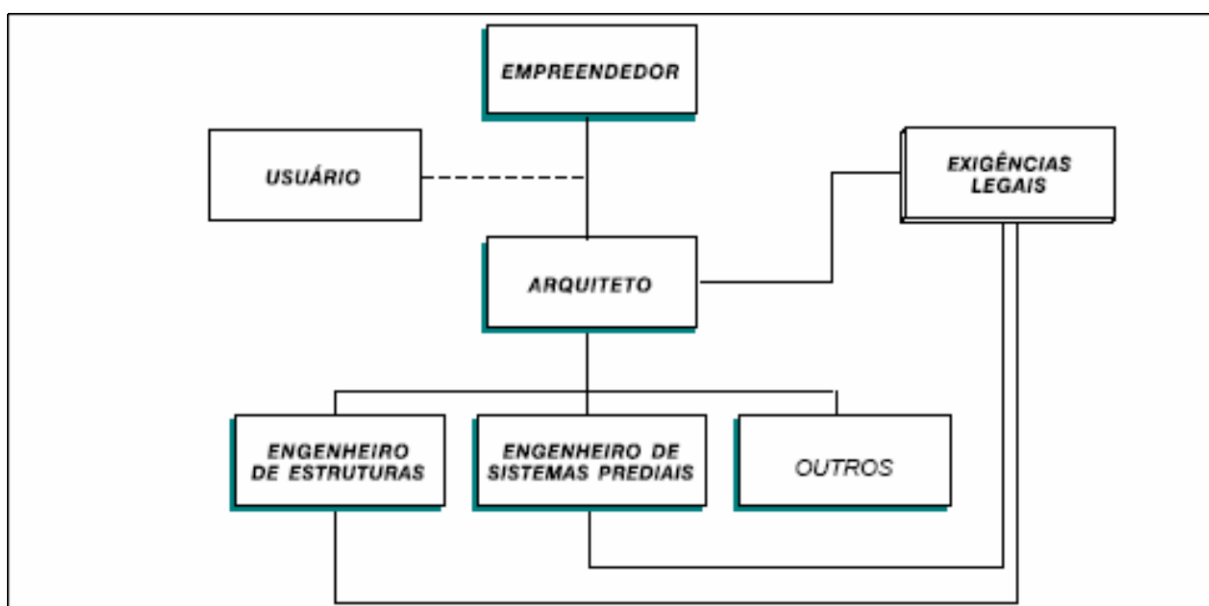


Figura 3 - Arranjo da equipe de projeto tradicional

Fonte: Mikaldo (2006, p. 29).

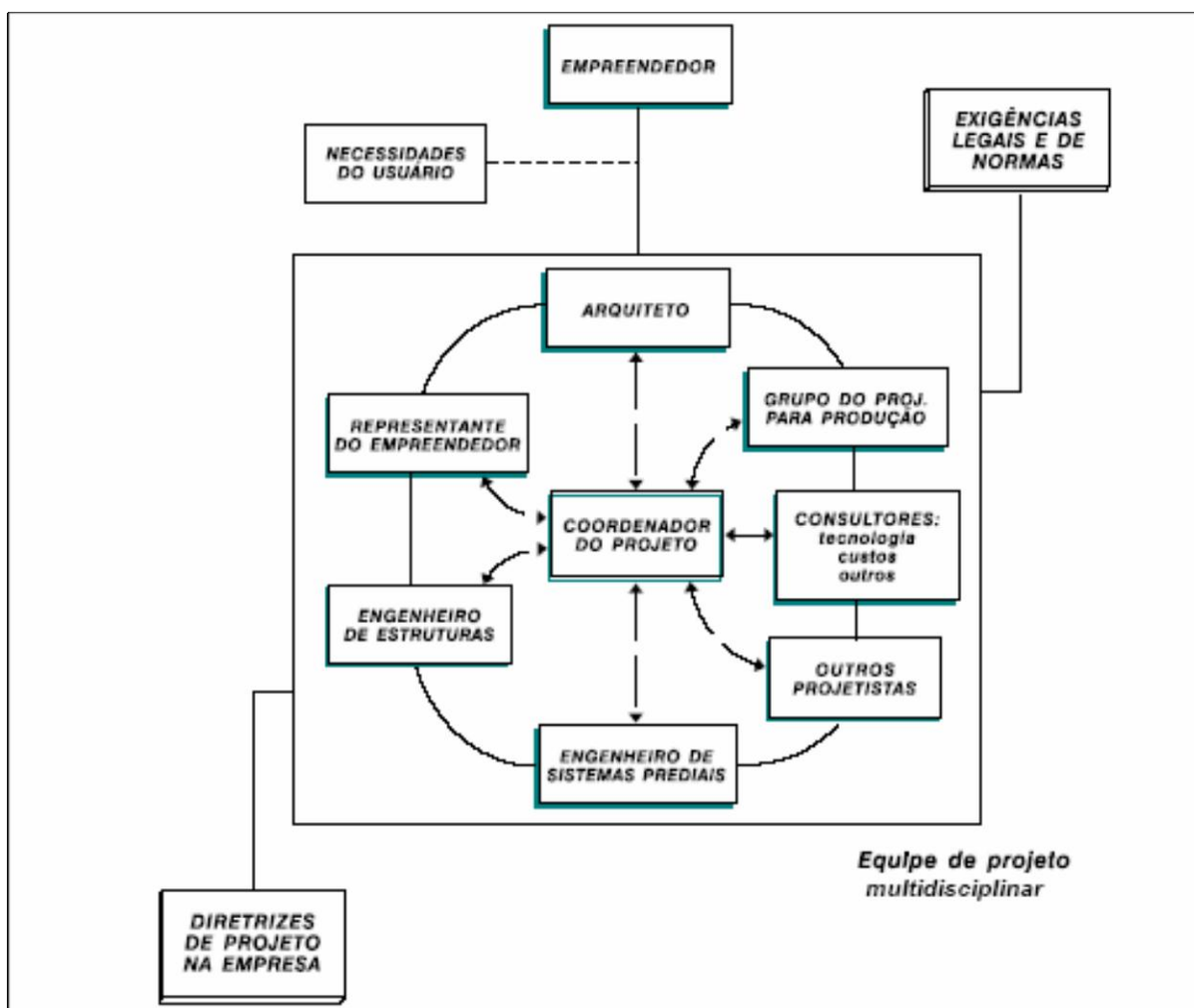


Figura 4 - Arranjo da equipe de projeto de forma multidisciplinar
 Fonte: Mikaldo (2006, p. 29).

Já o gerenciamento de projetos é definido como a aplicação de conhecimento, de habilidades, de ferramentas e técnicas a uma ampla gama de atividades para atender aos requisitos de um determinado projeto. Seu responsável, o gerente de projetos, faz isso ao padronizar tarefas rotineiras para obter resultados repetitivos e reduzir o número de tarefas que poderiam ser negligenciadas ou esquecidas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008).

Silva e Souza (2003) destacam ainda que o gerenciamento de projetos é a administração de todas as responsabilidades, prazos, objetivos estabelecidos e requer planejamento, organização e controles que sejam mantidos ao longo de todo o processo de projeto e que essa atividade consiste de:

- Identificação de todas as atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto;
- A distribuição dessas atividades no tempo;

- A identificação das capacitações/especialidades envolvidas segundo a natureza do produto a ser projetado;
- O planejamento dos demais recursos para desenvolvimento do projeto;
- O controle do processo quanto ao tempo e demais recursos – incluindo as ações corretivas necessárias;
- A tomada de decisões de caráter gerencial como a aprovação de produtos intermediários e a liberação para início das várias fases de projeto;
- O encaminhamento e acompanhamento das providências operacionais para o desenvolvimento de projeto.

A coordenação entre a equipe de projeto e a equipe de gerenciamento deve ser feita, de preferência, pelo futuro gerente da obra (engenheiro ou arquiteto) que, para desempenhar bem suas funções, deve estar envolvido no empreendimento desde o seu início (GEHBAUER et al., 2002).

4.2 PROCESSO CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

4.2.1 Conceito estrutural básico

“A alvenaria estrutural é o processo construtivo em que se utilizam as paredes da habitação para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira” (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999, p. 16). As cargas, resistidas tanto por paredes internas, quanto externas, transmitem as ações através de tensões de compressão. A alvenaria estrutural também pode suportar pequenas tensões de tração em determinadas peças, no entanto valores elevados ou a ocorrência delas em muitos pontos da estrutura podem levar a inviabilização econômica do sistema construtivo, mesmo que ainda seja tecnicamente viável (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Em uma edificação em alvenaria estrutural podem existir tanto paredes estruturais, quanto paredes sem função estrutural. Estas tem apenas função arquitetônica no projeto do edifício e exercem um carregamento nas lajes ou em

outros elementos da estrutura. Segundo Parsekian (2012, p. 18) os elementos de alvenarias podem ser classificados das seguintes formas:

- Não armado – elemento de alvenaria no qual a armadura é desconsiderada para resistir aos esforços solicitantes;
- Armado – elemento (e não mais estrutura) de alvenaria no qual são utilizadas armaduras passivas que são consideradas para resistência aos esforços solicitantes. Na versão de 1989 da norma era necessário que todas as paredes fossem armadas, com taxa de armadura mínima, para considerar a alvenaria como armada. Com essa nova definição, não existe mais “Alvenaria Parcialmente Armada”, pois é possível ter no mesmo edifício elementos armados e não armados;
- Protendido: elemento de alvenaria em que são utilizadas armaduras ativas impondo uma pré-compressão antes do carregamento.

As paredes estruturais devem resistir às diversas cargas solicitantes, como o peso próprio da estrutura, das instalações permanentes e em função do seu uso (pessoas, veículos, móveis etc.). De acordo com Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 50), as paredes estruturais devem apresentar as seguintes funções:

- Resistir às cargas verticais;
- Resistir às cargas de vento;
- Resistir a impactos;
- Isolar acústica e termicamente os ambientes;
- Prover estanqueidade à passagem de água da chuva e do ar.

Os componentes que formam os elementos da alvenaria estrutural são o bloco, a argamassa, o graute e a armadura. Cada um possui propriedades mecânicas distintas. Os principais tipos de blocos usados atualmente na construção em alvenaria estrutural são os seguintes, de acordo com Parsekian e Junior (2003, p. 2):

- Bloco cerâmico: utilização limitada pela resistência da parede, conseguindo-se, no máximo, a construção de 10 pavimentos; seu uso é mais comum em edifícios até 5 pavimentos; tem a vantagem de ser mais leve, o que diminui a carga na fundação e aumenta a produtividade;

- Bloco de concreto: fornecido nas mais variadas resistências; possibilita a construção de edifícios mais altos, existindo prédios de até 24 pavimentos no Brasil; tem a vantagem de ser possível a compra de blocos com certificação;
- Bloco sílico-calcário: sua grande vantagem é a uniformidade, que possibilita uma grande precisão dimensional das paredes; sua desvantagem é ter poucos fornecedores;

4.2.2 Vantagens de uma obra de alvenaria estrutural

O processo de construção de uma edificação em alvenaria estrutural tem muitas diferenças frente ao processo das estruturas convencionais de concreto armado, e são essas diferenças que conferem uma atratividade na adoção desse sistema construtivo. Segundo Ramalho e Corrêa (2003, p. 11), suas principais vantagens são:

- Economia de fôrmas – quando existem, elas se limitam às necessárias para a concretagem das lajes;
- Redução significativa nos revestimentos – por se utilizar blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa;
- Redução nos desperdícios de material e mão-de-obra – o fato de as paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é uma importante causa da eliminação dos desperdícios;
- Redução do número de especialidades – deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros;
- Flexibilidade no ritmo de execução da obra – se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado.

Camacho (2006) cita também outra vantagem muito importante: a robustez estrutural decorrente da própria característica estrutural do sistema, o que resulta em

maior resistência a danos patológicos decorrentes de movimentações, além de apresentar maior reserva de segurança frente a ruínas parciais.

4.2.3 Parâmetros para a elaboração de projetos de alvenaria estrutural

Para desenvolver projetos de uma edificação de alvenaria estrutural é ideal que os projetistas conheçam os componentes e elementos que constituem a estrutura, suas propriedades, o modo de execução e as características do sistema construtivo. A definição do arranjo arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural é influenciada por alguns condicionantes impostos pelo sistema construtivo. De acordo com Franco (1992, p. 142), são condicionantes:

- O número de pavimentos possíveis de serem alcançados com os materiais disponíveis no mercado;
- O arranjo espacial das paredes e a necessidade de amarração entre os elementos;
- As limitações quanto à existência de transição para estruturas em “pilotis” no térreo ou subsolos;
- A impossibilidade de remoção das paredes.

Aspectos como a volumetria, simetria, dimensões máximas dos vãos e a flexibilidade da planta também devem ser levados em consideração. Além do mais, na construção em múltiplos pavimentos, as paredes do pavimento sobrejacente devem estar apoiadas sobre as do pavimento subjacente, buscando-se configurações do tipo “parede sobre parede”. Paredes em pavimento sobrejacente suportadas por vigas no pavimento subjacente podem ocorrer, embora esta não seja a solução mais coerente com a filosofia do sistema (RAUBER, 2005).

O desenvolvimento de projetos em alvenaria estrutural exige do projetista procedimentos diferentes dos tomados quando do cálculo de outros tipos de estruturas. Por serem sistemas diferentes, com filosofias distintas, o projetista e o construtor não devem conceber soluções com base em conhecimentos e procedimentos aplicáveis ao concreto armado, mas naqueles específicos à alvenaria estrutural [...]. Para tal, é importante o conhecimento por todos os projetistas (arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural) das maneiras de potencializar as vantagens da alvenaria estrutural, obtendo maior qualidade e economia das edificações construídas usando este processo (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999, p. 16).

Para o autor acima, outros fatores condicionantes de projeto também muito importantes são a coordenação dimensional, a otimização do funcionamento estrutural da alvenaria e a racionalização do projeto e da produção. O arranjo arquitetônico deve ser elaborado de forma que leve em consideração as dimensões da unidade utilizada para formar a estrutura (bloco ou tijolo), de modo que seja feita uma modulação ou paginação da alvenaria (vertical e horizontal), que já deve ser pensada desde o estudo preliminar do projeto em função do sistema construtivo definido para o empreendimento (GEHBAUER et al., 2002).

A modulação é a base do sistema de coordenação dimensional utilizado nos edifícios em alvenaria estrutural e é responsável por grande parte da racionalização obtida pelo sistema estrutural. Os módulos básicos geralmente utilizados são de 15 cm ou 20 cm. A figura 5 exemplifica a modulação de uma planta baixa. O arquiteto, desde a elaboração dos primeiros traços que irão definir o projeto arquitetônico, deverá trabalhar sobre uma malha modular, cujas medidas são baseadas nas dimensões do componente utilizado na alvenaria (FRANCO, 1992). Por exemplo, os tamanhos dos cômodos devem ser ajustados para se adequarem aos tamanhos das unidades e ligações da alvenaria. Outro exemplo é o vão deixado para portas e janelas, que necessitam de ajuste para evitar o uso de formatos não padronizados de unidades de alvenaria (SAHLIN, 1971).

O projeto arquitetônico, como citado anteriormente, é restringido por condicionantes ligados a todos os demais projetos. Por outro lado, ele é o projeto que estabelece o partido geral do edifício, e assim condiciona o desenvolvimento de todos os demais (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999). Dessa forma, a modulação adotada na concepção da planta baixa será utilizada na elaboração do projeto estrutural, afim de que gere o menor número possível de alterações arquitetonicamente.

Nas edificações, os subsistemas de instalações são os que geram maiores interferências entre os projetos, entretanto como as paredes na alvenaria estrutural não podem ser quebradas, o caminhamento de todas as tubulações deve ser previstos em projeto (por meio de *Shafts* horizontais e verticais), presando pela ausência de vínculos físicos entre as instalações e a obra civil (MANZIONE, 2004). Os cabos elétricos podem, por exemplo, ser passados na parte de cima da parede e depois escondidos com molduras de gesso (SAHLIN, 1971). Para evitar cortes para

o embutimento das instalações, pode-se também utilizar outras alternativas, como a utilização de paredes sem função estrutural, a passagem por blocos especiais e o emprego das tubulações aparentes (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999).

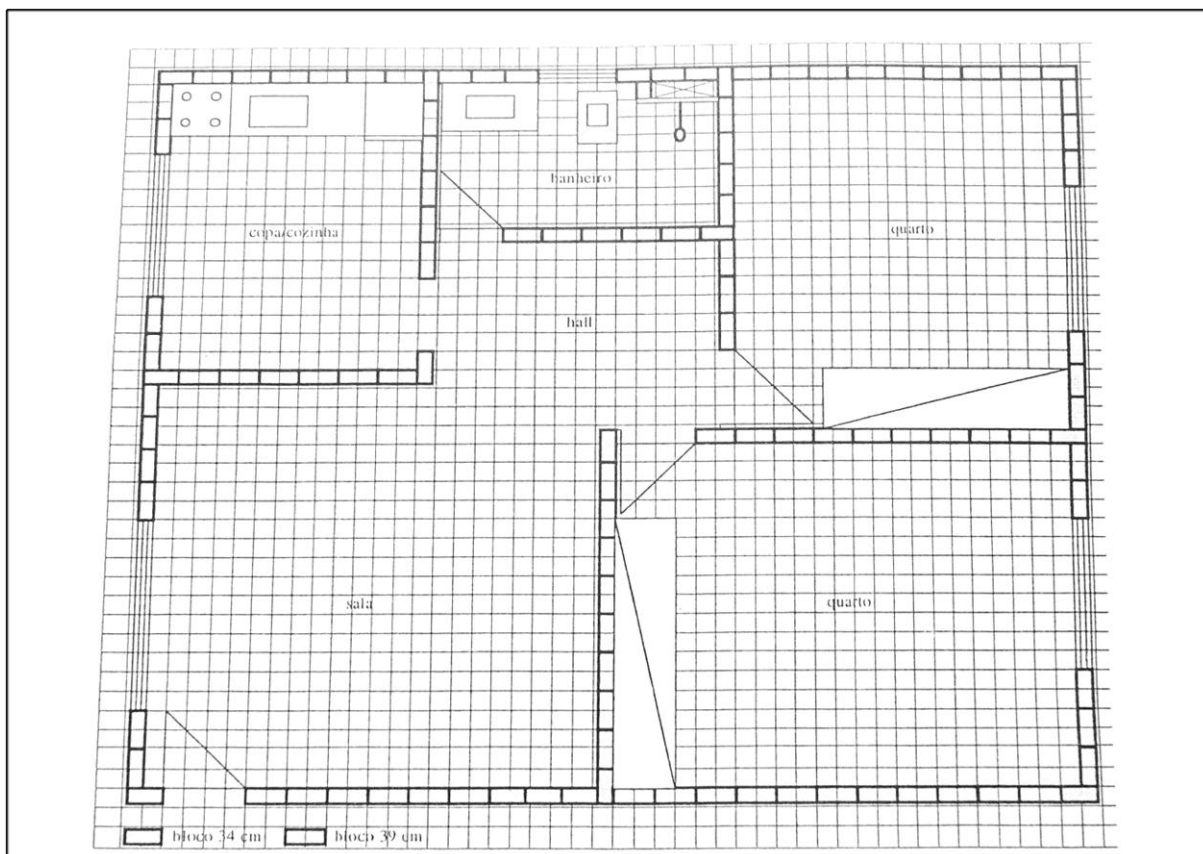


Figura 5 - Exemplo de modulação de projeto arquitetônico de alvenaria estrutural
Fonte: Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 45).

Qualquer que seja o sistema construtivo adotado, para que seja possível experimentar plenamente suas vantagens é necessário que o projeto seja concebido para este sistema, buscando-se a maximização de suas potencialidades e agregando eficiência através do emprego de todos os recursos técnicos possíveis. É preciso projetar de forma consciente e racional, valendo-se da técnica e da experiência para a resolução dos desafios de projeto propostos, a fim de que seja possível a execução de um produto de qualidade, com o mínimo de dificuldades e a um custo adequado (RAUBER, 2005).

4.3 COMPATIBILIZAÇÃO E RETROALIMENTAÇÃO DE PROJETOS

4.3.1 Compatibilização de projetos

O processo de desenvolvimento de projetos de edificações pode acontecer de diversas maneiras e, muitas vezes, envolver diferentes escritórios, responsáveis cada um por uma especialidade específica. Em alguns casos, o processo se desenvolve de maneira distinta, não havendo grande interação entre os projetistas, nem preocupação em resolver as interferências entre os subsistemas, deixando boa parte das soluções executivas para a própria obra. Já em outros casos, o grupo de projetistas envolvidos se preocupa em resolver os mais variados detalhes executivos, havendo uma forte interação entre eles e uma grande preocupação em resolver as interferências entre a arquitetura, estrutura e instalações. O resultado desse processo é um projeto bem resolvido e com um grande nível de detalhamento das soluções executivas (PARSEKIAN; FURLAN JR, 2003). Esse segundo caso representa a atividade da coordenação de projetos, que busca a compatibilização dos mesmos.

A compatibilização de projetos, segundo Sinduscon-PR (1995, p. 17), “é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra”. Ainda segundo o autor anterior, “o objetivo da compatibilização é eliminar os conflitos entre os projetos inerentes à determinada obra, simplificando a execução e otimizando a utilização de materiais e mão-de-obra, bem como a subsequente manutenção”.

A compatibilização também pode ser entendida a partir do próprio significado da palavra, isto é, a ação de tornar compatível, fazer algo poder coexistir com outros. A compatibilização de projeto se refere, portanto, às atividades necessárias para que as diversas soluções dimensionais, tecnológicas e estéticas possam ser compatíveis entre si no todo do projeto (SILVA; SOUZA, 2003)

Para um grande número de empreendimentos, a atividade de compatibilização de projetos acontece apenas na fase da elaboração dos projetos

executivos, acarretando alterações onerosas, muitas vezes difíceis de resolver, e comprometendo a qualidade do empreendimento. No entanto para melhorar esta estrutura de planejamento, seria recomendável iniciar a coordenação dos projetos já na fase de estudo preliminar com a inclusão de fatores como custos, fornecedores e construtores (GEHBAUER et al, 2002).

Uma boa parte dos problemas de falta de compatibilidade vem do desconhecimento sobre as implicações de uma solução adotada para as demais especialidades de projeto. A empresa contratante deve manter mecanismos de gerenciamento que possibilitem assegurar o desenvolvimento dos processos mencionados com qualidade, assim como aos projetistas cabe estabelecer também fluxos de informação e responsabilidades adequados (SILVA E SOUZA, 2003). Sem o intercâmbio de informações entre os agentes para a elaboração de projeto, ele acaba ficando mal definido, mal especificado e mal resolvido, o que acarreta um acréscimo significativo de custos na fase de execução de obras e até mesmo na de assistência técnica, causando a insatisfação dos clientes e, particularmente, dos usuários. (MELHADO et al, 2005)

O sucesso e a continuidade das ações voltadas à construtibilidade dependem do estabelecimento de um adequado fluxo de informações e decisões na condução das etapas do empreendimento, ou de sucessivos empreendimentos de uma empresa (MELHADO, 2004). O fluxo de informações no processo de projeto de edificações em alvenaria estrutural é descrito na Figura 6.

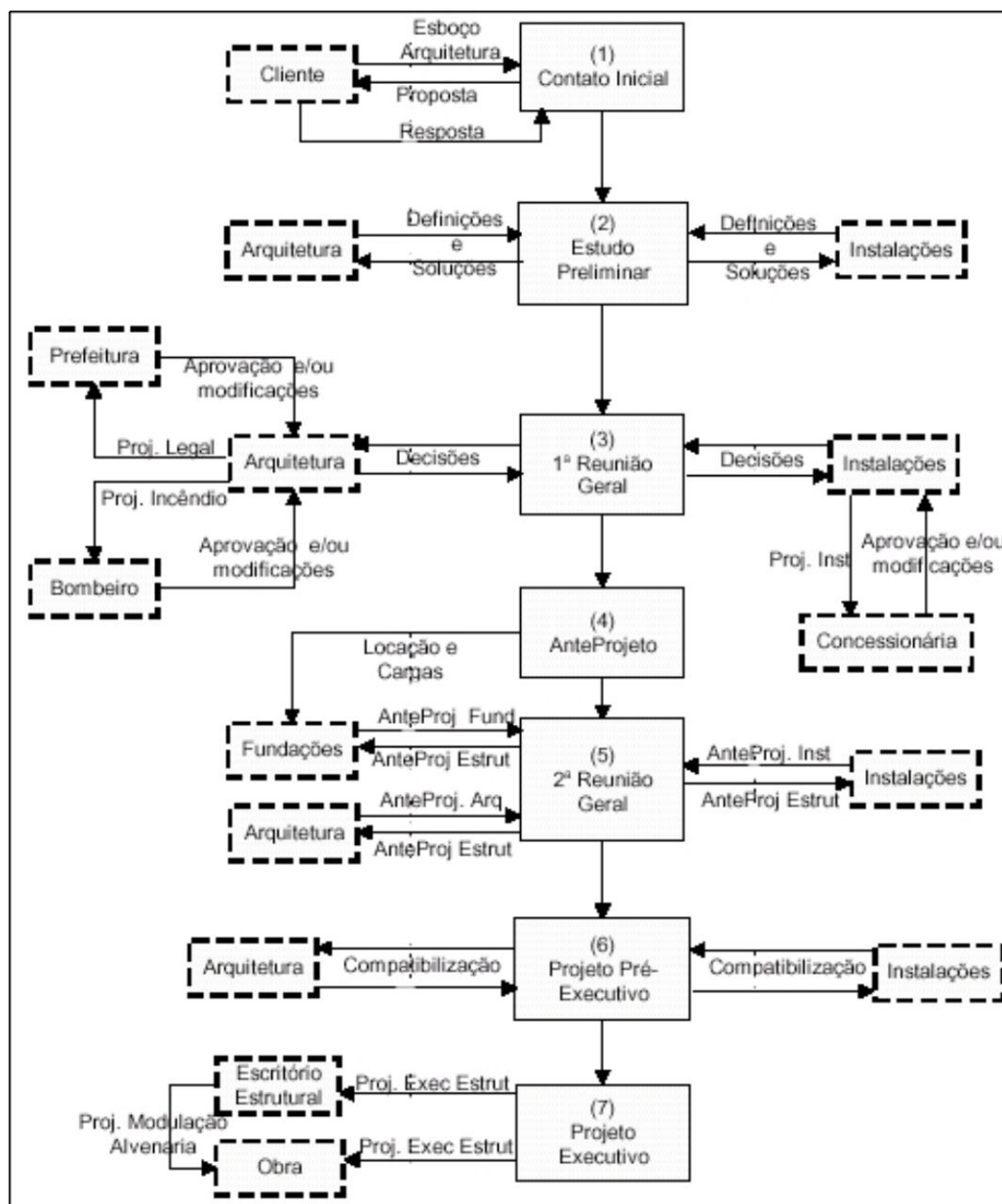


Figura 6 - Fluxograma de informações do desenvolvimento de um projeto de alvenaria estrutural

Fonte: (OHASHI, 2001, p.13)

4.3.2 Retroalimentação de projetos

A retroalimentação, também chamada de realimentação, é uma das fases do processo de projeto e pode ser definida como um mecanismo de aprendizagem organizacional, que tem por objetivo identificar, documentar e comunicar os erros cometidos, proporcionando oportunidade para melhoria contínua dos processos e

serviços. Para que haja a retroalimentação é necessário transformar o conhecimento tácito, que o indivíduo adquire pela experiência, em explícito, formalizando o conhecimento em manuais, procedimentos e formulários (MELHADO, 2005).

O autor ainda afirma que a retroalimentação, além de subsidiar a evolução dos procedimentos da empresa, também serve como banco de informações para a elaboração e coordenação de projetos futuros, agindo também como ferramenta de gestão para aumentar a competitividade da construtora.

Conforme informações apresentadas no quadro 1 (p. 8), os autores apontam, no final do processo, a necessidade de se haver o acompanhamento, por parte dos projetistas, da execução da obra e do posterior uso pelos clientes. Essa necessidade de acompanhamento parte de uma deficiência que ainda é encontrada na área da construção civil, a pouca importância dada, por parte dos projetistas, aos aspectos de construtibilidade. Muitos projetistas aproveitam pouco da experiência na execução de seus projetos. Em vários casos, também não existe uma retroalimentação de informações entre os executores e projetistas dos edifícios, levando muitas vezes à repetição continuada em vários empreendimentos de uma falha detectada durante a construção (FRANCO, 1992).

A figura 7 mostra de maneira esquemática o processo de redefinição do projeto a partir da retroalimentação das informações de execução e controle.

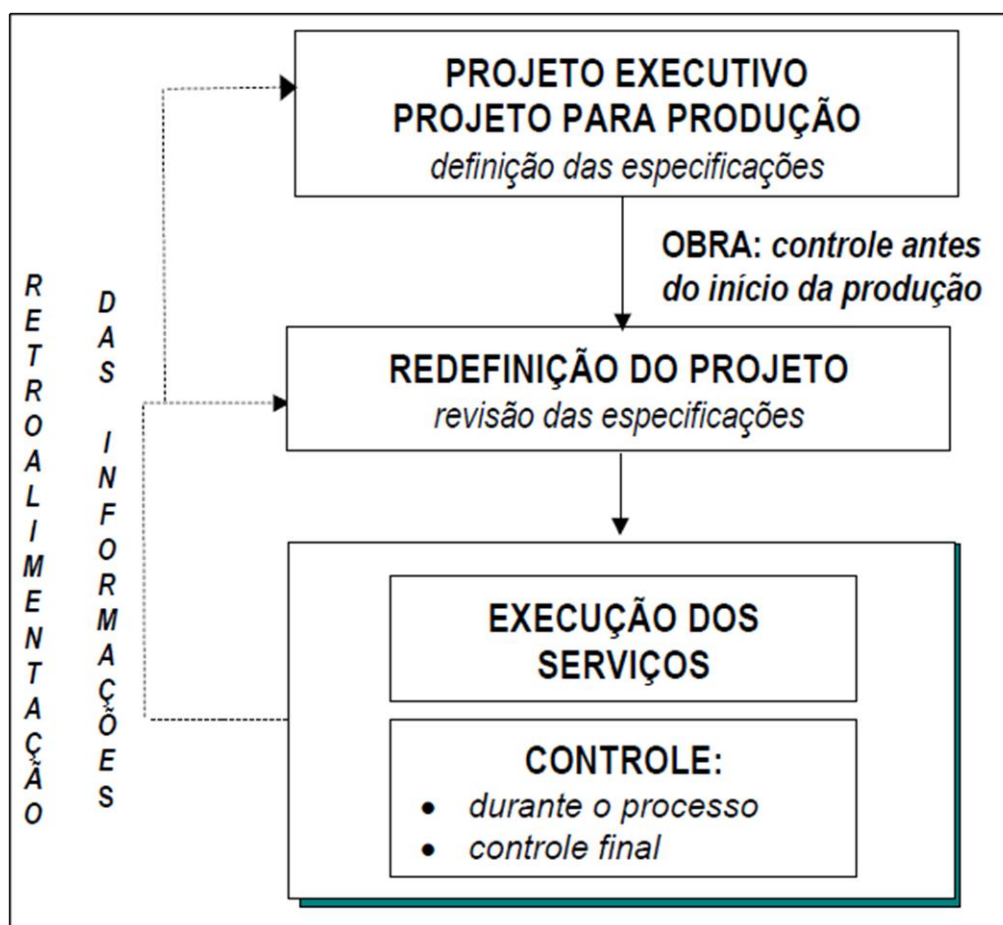


Figura 7 - Redefinição do projeto a partir da retroalimentação das informações de execução e controle

Fonte: Souza e Sabatini (1998, apud MELHADO, 1997).

No entanto é necessário que haja uma metodologia para realizar essa retroalimentação dos projetos. É importante a implantação de uma avaliação executiva continuada, com o objetivo de, ao final da obra, organizar uma reunião com as equipes de obra e de projeto, a fim de fazer um *feedback* geral e a elaboração de um relatório contendo diretrizes a serem adotadas nos projetos futuros (SOUZA; SABATINI, 2003).

A metodologia da “Avaliação Executiva Continuada” consiste, basicamente, em reuniões de avaliação durante a construção das diversas etapas da obra com a participação da equipe técnica da obra (engenheiro, técnico, estagiário, mestre de obras e encarregados) e de alguns operários responsáveis pela execução das atividades em estudo, com a finalidade de discutir as falhas dos projetos, as dificuldades de execução, os problemas de incompatibilidade entre os projetos e dos projetos com a execução, os problemas com os materiais utilizados, as falhas de planejamento, como também, propor possíveis soluções para estes problemas. Em um segundo momento, seriam integrados a esta equipe, os projetistas cujos projetos estão relacionados aos problemas em pauta e os fabricantes dos materiais que apresentaram problemas para, em conjunto, discutirem as soluções

adotadas para a obra em execução e para os futuros projetos (Saldanha e Souto, 1997, p. 7).

A fase de redefinição de projeto ao final da obra, após já terem sido feitos os controles durante e ao final da execução e terem sido analisados os problemas pós-ocupacionais, gera um produto que atualiza as informações do projeto executivo. O projeto atualizado é chamado de Projeto *as built*. O termo “*as built*” significa “como construído”, pois deve representar fielmente o objeto construído, com registros de alterações verificadas durante a execução (CREA-PB, 2007). A forma de apresentação dos documentos do projeto *as built* deve ser definida entre os contratantes e projetistas do empreendimento (SILVA; SOUZA, 2003).

O produto final deste trabalho de conclusão de curso poderá servir como uma ferramenta de auxílio para elaboração do projeto *as built*.

5 METODOLOGIA

A metodologia adotada no desenvolvimento deste trabalho consiste em um estudo de caso sobre a compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de um edifício de alvenaria estrutural na cidade de Maringá-PR, cujos projetos foram cedidos pela construtora responsável pelo empreendimento para fins acadêmicos. A pesquisa caracteriza-se como descritiva e tem como procedimento de coleta de dados, a pesquisa documental e o estudo de caso, o qual abrange os projetos e a obra, que está em fase de execução e será reproduzida em breve.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO OBJETO DA PESQUISA

O empreendimento adotado como objeto de estudo é um edifício residencial multifamiliar. Ele possui dois subsolos, um pavimento térreo, onze pavimentos tipo e um pavimento de casa de máquinas, com área total de construção de 6.110,44 m². O edifício pode ser classificado como uma construção mista, pois tem os subsolos e o térreo executados em sistema estrutural de concreto armado e os pavimentos tipo e o pavimento da casa de máquinas executados em alvenaria estrutural. A contenção periférica do edifício foi feita por meio de cortinas de estacas escavadas.

Nas lajes do térreo e na laje do primeiro subsolo foram utilizadas lajes unidirecionais, treliçadas e preenchidas com blocos de EPS. Já nos pavimentos tipo as lajes foram executadas com painéis treliçados, que se apoiam na direção do menor vão, mas que foram reforçados com armadura positiva e negativa na direção perpendicular aos painéis, para distribuir a carga da laje nas quatro paredes, portanto, atuando como lajes maciças. Os pavimentos tipo do edifício são divididos em quatro apartamentos. Cada um deles possui 82,64m² de área útil, tendo uma suíte, dois quartos, banheiro social, salas conjugadas de jantar e de estar, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira.

5.2 MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados alguns *softwares* e também uma câmera fotográfica. Os *softwares* utilizados são versões originais disponibilizados pela universidade. São eles:

- *Autodesk AutoCAD 2008*
(Equalização, análise e compatibilização dos projetos)
- *Microsoft Excel 2010*
(Quadros de interferências e de alterações entre projetos e execução)

5.3 MÉTODOS

5.3.1 Caracterização do processo de compatibilização

A compatibilização será realizada com a comparação e a sobreposição dos projetos executivos do edifício e verificação de componentes dos projetos de acordo com os *checklists* presentes nos Apêndices A, B e C. Sinduscon-PR (1995) confirma a importância do *checklist* para a compatibilização de projetos quando propõe um manual utilizando *checklists* para verificação das etapas do desenvolvimento de um projeto, chamado de “Diretrizes gerais para compatibilização de projetos”. Os itens listados nos Apêndices A, B e C são adaptações dos itens propostos por esses autores e também por Vanni (1999).

Esses componentes serão avaliados quanto à sua posição, forma, dimensões, especificação ou outra característica qualquer que possa interferir nos demais elementos dos projetos. Serão analisados tanto as plantas do edifício, quanto detalhamentos, paginações, isométricos ou outros que possam auxiliar na compreensão do projeto. Com a ajuda do software AutoCAD, os arquivos digitais contendo os projetos de cada especialidade serão equalizados, deixando escalas e cores dos *layers* ajustados para melhor verificação. Todos os pavimentos serão

compatibilizados, sendo eles o 1º e 2º subsolo, o térreo, o pavimento tipo e o pavimento de casa de máquinas.

Entre os projetos arquitetônico e estrutural do pavimento térreo e dos subsolos, será analisada a correlação entre componentes do projeto estrutural, como pilares, vigas e lajes, com os componentes do projeto de arquitetura, uma vez que esses pavimentos foram executados em concreto armado. Já nos pavimentos tipo e pavimento de casa de máquinas, por serem executados em alvenaria estrutural, a análise se dará também na correlação entre outros componentes, como as portas, janelas e paredes (que podem ser estruturais ou de vedação), pois a correta posição e dimensões desses elementos, conforme previsto em projeto, é indispensável para a estabilidade do edifício.

Depois de compatibilizados os projetos estrutural e arquitetônico, será sobreposto a eles o projeto hidrossanitário, para ser feita a análise da correlação entre tubulações de água fria e quente, de águas pluviais e de esgoto do projeto hidrossanitário com os componentes já compatibilizados dos projetos anteriores (arquitetônico e estrutural), que pode ser visto na figura 8.

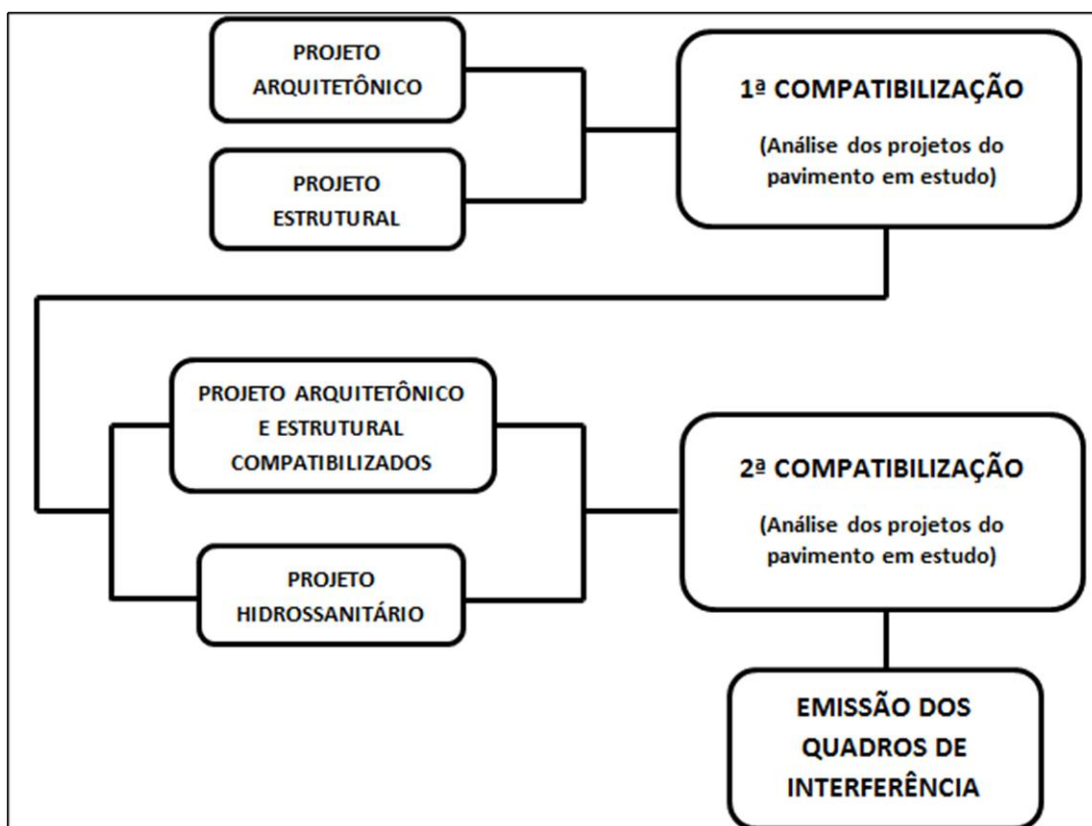


Figura 8 - Ilustração do processo de compatibilização dos projetos de cada pavimento

A cada pavimento analisado, todas as interferências identificadas serão registradas em um quadro de interferências entre projetos, o qual contém a identificação dos elementos conflitantes, o tipo de interferência e o procedimento proposto de ajuste entre os projetos, conforme quadros propostos por Ávila (2011). Cada interferência será enumerada, para que possa ser citada mais facilmente em relatórios futuros e discutida nos resultados.

5.3.2 Comparação entre os projetos e a execução do edifício

Após compatibilizar os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de todos os pavimentos, com os quadros de interferências preenchidos, será possível fazer uma comparação entre as interferências encontradas nos projetos e como elas foram resolvidas em obra, visto que houve um acompanhamento de parte de sua execução pelo autor deste trabalho. Conforme a comparação for feita, será preenchido o quadro de alterações projeto-execução, presente no apêndice E. Além disso, nesse mesmo quadro poderão ser registradas possíveis alterações realizadas em obra que não estavam previstas nos projetos.

Visto que essas são compatibilizações dos projetos de um edifício já em construção, a partir do acompanhamento de sua execução será possível realizar um registro fotográfico de algumas soluções que foram e estão sendo adotadas em obra. Dessa forma os quadros servirão como um registro de alterações, que poderá ser usado futuramente na elaboração do projeto *as built* da empresa e, conseqüentemente, na melhoria contínua dos projetos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Para começar o processo de compatibilização dos projetos do edifício, primeiramente foi definida a seguinte ordem de compatibilização dos pavimentos: subsolos, pavimento térreo, pavimento tipo e pavimento casa de máquinas.

Com o auxílio do software AutoCAD, os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário dos pavimentos subsolo 1 e 2 foram equalizados. Essa equalização aconteceu com o ajuste das escalas das plantas, com a eliminação de dados e detalhes irrelevantes ao escopo do trabalho e com a configuração dos layers dos projetos para melhorar a visualização. A partir daí deu-se início ao processo de compatibilização dos projetos.

6.1.1 Pavimentos subsolos 1 e 2

Foram adotados os projetos arquitetônico e estrutural dos subsolos para a primeira análise. Suas plantas foram sobrepostas para verificação de componentes dos projetos, baseada nos *checklists* apresentados nos Apêndices A e B. Com a análise dos projetos, as interferências encontradas foram organizadas no quadro 2, onde constam o elemento conflitante, a interferência ocorrida e uma proposta de ajuste da interferência.

Após essa primeira compatibilização, foi sobreposto aos projetos arquitetônico e estrutural o projeto hidrossanitário, onde foram verificados os componentes de acordo com o *checklist* do Apêndice C. Não foram encontradas interferências entre o projeto hidrossanitário e os demais projetos nos subsolos.

A cada incompatibilidade encontrada, foram extraídas partes dos projetos arquitetônico e estrutural, aqui tratadas como figuras, que ilustram as interferências descritas no quadro 2. Essas figuras estão presentes no Anexo A.

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|---|---|-----------|
| 01 | Pilares entre garagens | Disposição dos pilares entre as garagens no projeto arquitetônico diferente da disposição definida no projeto estrutural. O projeto arquitetônico prevê dois pilares a cada duas vagas de garagens, já o projeto estrutural reduz esse número de pilares. | Como os pilares não invadem o espaço de garagens ou de circulação e não prejudicam aspectos estéticos, ambas as posições são aceitáveis. No entanto, seguir o projeto estrutural. | 19 |
| 02 | Pilar 47 | No projeto estrutural o pilar 47 tem direção diferente do que foi previsto no projeto arquitetônico. | Como o mesmo não invade o espaço de garagens ou de circulação ambas as posições são aceitáveis. No entanto, seguir o projeto estrutural. | 20 |
| 03 | Cortina de estacas da contenção periférica | As estacas da cortina (Ø35 cm, conforme projeto estrutural) em torno do subsolo são maiores que o muro de arrimo previsto no projeto arquitetônico (espessura de 15 cm), por isso as estacas ficariam aparentes no estacionamento. | Dispor o muro entre as estacas, a fim de escondê-las. | 21 |
| 04 | Cortina de estacas da contenção periférica | Não é previsto no projeto arquitetônico um recuo da cortina de estacas da contenção periférica dos subsolos em relação à divisa do terreno, no entanto o trado não consegue furar exatamente na divisa do terreno devido às construções vizinhas, o que acarreta na perda de espaço das garagens. | Prever no arquitetônico que as contenções periféricas tenham um recuo mínimo de 10 cm em relação à divisa do terreno. | 21 |
| 05 | Poço dos elevadores | Cotas diferentes do poço dos elevadores em relação ao nível do subsolo 2: 3,00m no projeto estrutural e 1,60m no projeto arquitetônico. | Rever cota necessária para instalação dos elevadores de acordo com o modelo escolhido. | 22 |

Quadro 2 - Interferências entre os projetos arquitetônico e estrutural dos subsolos

Através do quadro acima se pode verificar que as principais interferências dos subsolos são relacionadas às definições do projeto arquitetônico, baseadas em previsões para a estrutura do edifício, visto que o arquitetônico foi concebido primeiro. No entanto, na concepção estrutural, nem sempre é possível manter o layout inicial do projeto, devido às restrições intrínsecas ao sistema estrutural definido.

A interferência nº 3 (figura 9) mostra que o diâmetro das estacas definidas pelo projeto estrutural (Ø35 cm) é maior que a espessura do muro de contenção

previsto no projeto arquitetônico (15 cm), deixando as estacas aparentes nos subsolos e invadindo uma parte do estacionamento.

Já na interferência nº 4, também representada pela figura 9, é possível perceber que não foi previsto no projeto arquitetônico um recuo da cortina de estacas da contenção periférica dos subsolos em relação à divisa do terreno. No entanto, o trado não consegue furar exatamente na divisa do terreno devido às construções vizinhas, ele precisa de uma distância mínima de paredes ou muros para poder trabalhar. No caso do equipamento utilizado nessa obra, o trado consegue furar o terreno na distância mínima de 30 cm do muro ao eixo da estaca, deixando aproximadamente 12 cm entre a divisa e a lateral da estaca. Além disso, na execução dos furos pode existir uma variação (para cima) de seu tamanho.

Esses fatores não foram levados em consideração no projeto arquitetônico, o que acarretou a perda de alguns centímetros dos pavimentos subsolos. Considerando que as garagens e sua circulação foram projetadas com as medidas mínimas exigidas pela prefeitura, esses centímetros perdidos não só serão prejudiciais aos futuros moradores, que estão amparados pelo Código de defesa do consumidor, como podem comprometer a aprovação do habite-se do edifício.

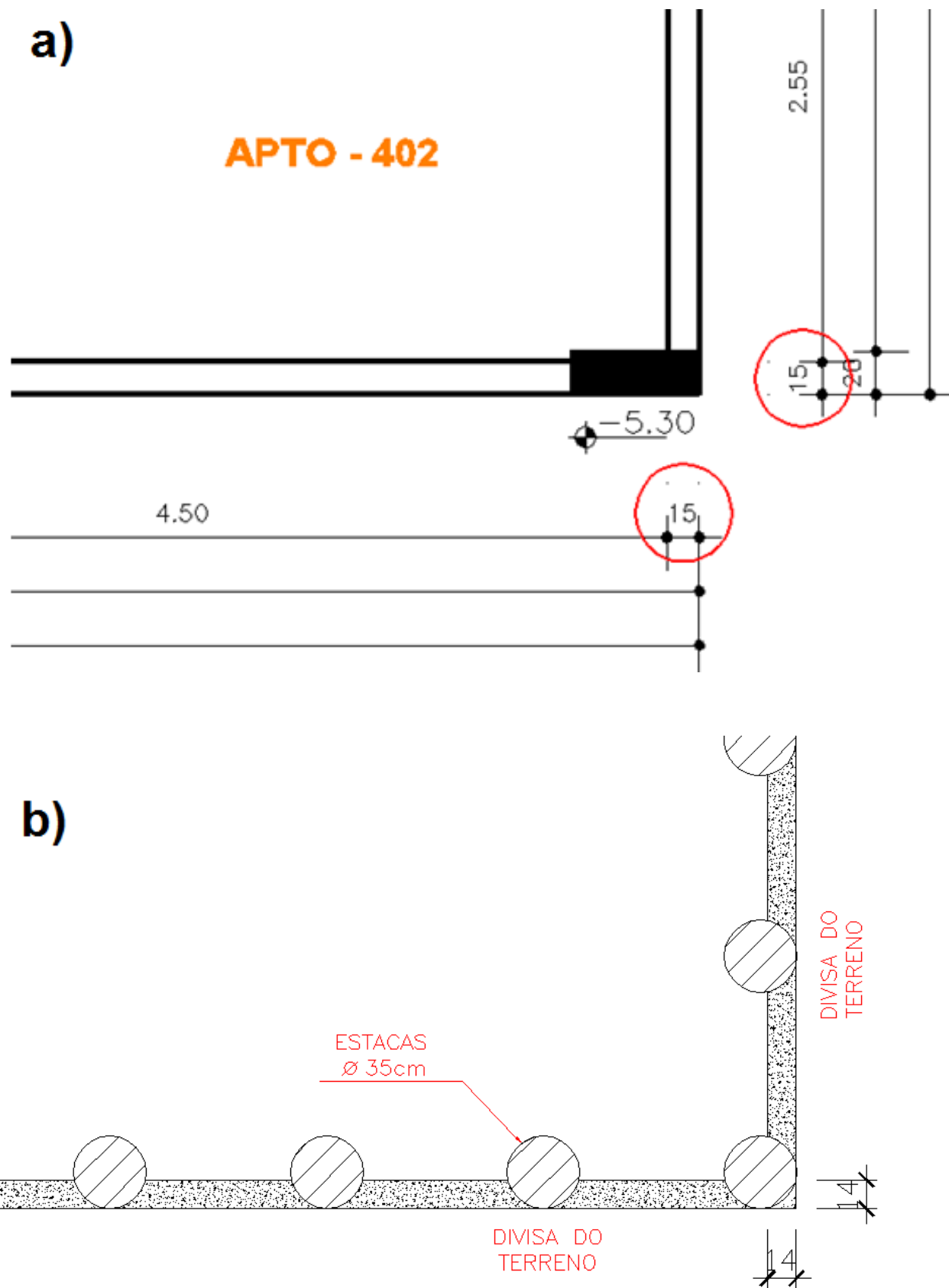


Figura 9 - Divisas do terreno e sua contenção periférica nos subsolos: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

Algumas vezes o contrário também pode acontecer, como é o caso da interferência nº 1, onde o projetista estrutural adotou uma estrutura mais simples (com menos pilares) do que o previsto pelo projeto arquitetônico, conforme representado na figura 10.

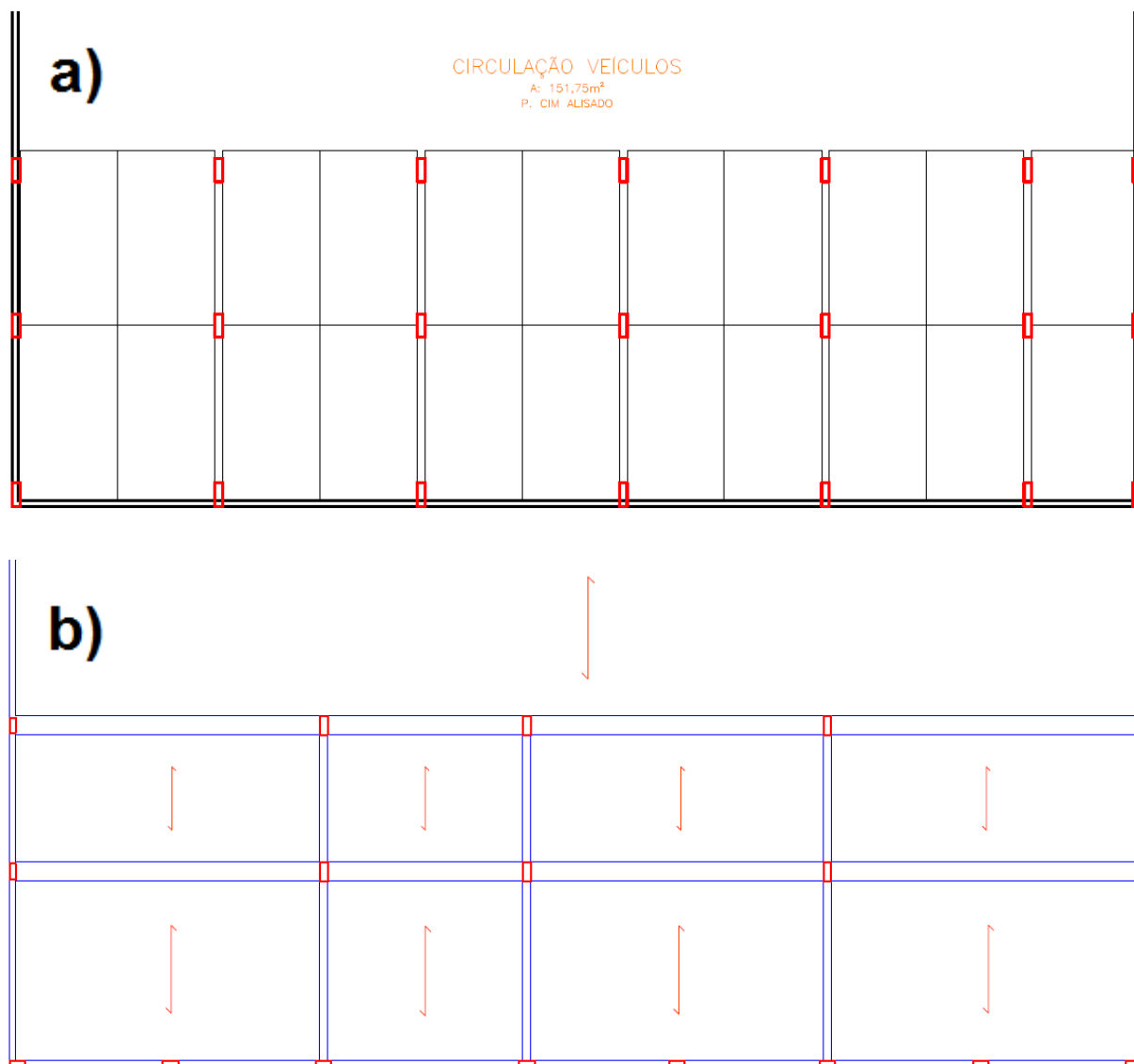


Figura 10 - Disposição dos pilares do estacionamento dos subsolos 1 e 2: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

Nesse caso, essa incompatibilidade apresenta o fator negativo da confusão que se pode gerar na execução dos projetos, mas também apresenta um lado positivo, pois foi diminuído o número de pilares entre as garagens, o que representa, além de um espaço maior para manobras dos carros, uma economia na execução da obra (em mão de obra e materiais). Cada uma das incompatibilidades listadas no

quadro 2 foi estudada pelas pessoas envolvidas no projeto e foram definidas soluções, que foram adotadas na execução do edifício. No estudo de caso desse trabalho, essas soluções foram coletadas e registradas no quadro 3. Além disso, pelo acompanhamento da execução da obra foi possível também realizar um registro fotográfico delas, que se encontra no Anexo B.

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura(s) |
|------------------|--|-----------|
| 01 | Executado conforme projeto estrutural, pois prevê um número menor de pilares entre as garagens e uma economia em sua execução. | - |
| 02 | Executado conforme projeto estrutural. | 23 |
| 03 | As estacas foram escavadas com ≈ 35 cm e o muro de arrimo foi executado entre as estacas, de forma que a lateral interna do muro faceou a parte interna das estacas, em relação ao terreno, escondendo as estacas. | 24, 25 |
| 04 | Foram deixados aproximadamente 12 cm de recuo entre as estacas e a divisa do terreno, pois o trado utilizado consegue furar a uma distância mínima de 30cm da divisa do terreno ao eixo da estaca. No entanto, esse espaço deixado a mais na parte de trás do edifício fez necessária a execução da torre cerca de 20 cm mais próximo ao alinhamento predial, para não reduzir a área das garagens ou de manobra dos carros. | 26, 27 |
| 05 | Executado conforme projeto arquitetônico, com 1,60m de profundidade, pois é o necessário para instalação do modelo de elevador escolhido. | - |

Quadro 3 - Soluções para as interferências adotadas na execução dos subsolos

As incompatibilidades, diversas vezes, são percebidas somente no momento da execução dos elementos envolvidos e, por isso algumas decisões são tomadas com pouco tempo para uma reflexão mais profunda sobre o caso e sobre o que ela pode causar futuramente aos demais sistemas envolvidos.

Nas figuras 11 e 12 é possível observar, respectivamente, as estacas da contenção dos terrenos vizinhos e a distância que foram executadas da divisa do lote.



Figura 11 - Estacas da cortina de contenção do terreno que, por projeto, ficariam aparentes nos pavimentos subsolos
Fonte: Arquivo fornecido pela construtora.



Figura 12 - Projeção de uma estaca da contenção periférica do terreno e sua distância em relação à divisa do terreno.
Fonte: Adaptado de arquivo fornecido pela construtora.

6.1.2 Pavimento térreo

Como nos pavimentos subsolos, primeiramente foi realizada compatibilização do pavimento térreo conforme os elementos listados nos *checklist* dos Apêndices A e B. As interferências encontradas entre projeto arquitetônico e projeto estrutural foram listadas no quadro 4.

Posteriormente, foi sobreposto a esses projetos o projeto hidrossanitário e realizado a verificação entre os três sistemas, utilizando para verificação agora o *checklist* do Apêndice C. Como resultado desse processo, outras interferências surgiram e foram listadas no mesmo quadro da compatibilização anterior.

No Anexo C estão presentes partes extraídas dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário que apresentam as interferências descritas no quadro 4.

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|---|--|-----------|
| 01 | Níveis do acesso principal do edifício | Níveis diferentes no projeto estrutural e no projeto arquitetônico. | Adotar níveis conforme projeto arquitetônico, pois o nível do hall de entrada em relação ao nível do acesso a ele deve estar dentro dos valores previstos, por questões de acessibilidade. | 28 |
| 02 | Nível do piso do hall dos elevadores | Níveis diferentes no projeto estrutural e no projeto arquitetônico. | Verificar níveis externos e desníveis necessários em relação a ambientes próximos. Adotar o nível de forma a não formar degraus onde não existem em projeto. | 29 |
| 03 | Porta do espaço fitness | Foi prevista uma porta de 0,80m no projeto arquitetônico, mas o projeto estrutural prevê um pilar ao lado, reduzindo o espaço para instalação da porta. | Por ficar situada entre uma parede e o pilar 14, é aconselhável a diminuição da porta ou troca de sua posição. | 30 |
| 04 | Pilar 25 | Parte do pilar 25, previsto no projeto estrutural, ficou no meio do vão de acesso entre o hall de elevadores e o corredor que leva à escadaria dos subsolos, o que acarretou na diminuição do corredor. | Trocar lugar da parede e da porta que separam os dois ambientes. | 31 |

Quadro 4 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento térreo

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|--|---|-----------|
| 05 | Circulação e mureta entre hall dos elevadores, da escadaria dos subsolos e das garagens do pav. térreo | No projeto arquitetônico é previsto uma mureta de 1,20m de altura em volta do corredor de acesso às escadarias e que segue até o começo da rampa de acesso aos subsolos. Já no projeto estrutural a mesma mureta acaba logo após a porta de acesso às escadarias. | Executar conforme o projeto arquitetônico, o qual já foi aprovado na prefeitura. | 32 |
| 06 | Degraus da escada enclausurada | Divisão diferente do número de degraus por lance de escada: - Arquitetônico: 4 lances de escada, tendo os lances 4, 5, 4 e 5 degraus, nessa ordem. - Estrutural: 4 lances de escada, tendo 3, 5, 4 e 3 degraus, nessa ordem, e patamares divididos em dois degraus. | Em ambos os projetos, o número de degraus é o mesmo, portanto ambos os casos podem ser adotados. | 33 |
| 07 | Degraus da escada de acesso aos subsolos | Divisão diferente do número de degraus por lance de escada: - Arquitetônico: 4 lances de escada, tendo os lances 3, 5, 4 e 5 degraus, nessa ordem. - Estrutural: 4 lances de escada, tendo 4 degraus cada lance. | O projeto estrutural prevê ao todo 16 degraus, já o projeto arquitetônico prevê 17 degraus. Visto que a altura de laje a laje é fixa, isso resulta em alturas diferentes para os degraus em cada um dos casos. Como ambos não ultrapassam a altura limite para um degrau, de acordo com o código de obras municipal, ambos os casos podem ser adotados. | 34 |
| 08 | Acesso do hall de entrada do edifício | O vão de acesso ao hall de entrada no projeto arquitetônico é de 3,03m, no entanto o projeto hidrossanitário prevê uma boneca de 0,18m próxima à entrada, para esconder duas colunas de águas pluviais e um tubo de queda de gordura, o que diminui esse vão e altera o vão do acesso principal do edifício. | Fazer uma boneca na parede oposta a essa boneca para dar simetria ao vão de entrada e disfarçá-la, de modo a não alterar a fachada do edifício. | 35 |
| 09 | Telhado da garagem | Os projetos arquitetônico e hidrossanitário apresentam o telhado da garagem dividido em duas águas, mas com cumeeiras em posições diferentes. No projeto arquitetônico, o telhado apoia-se no muro de divisa do terreno e no edifício, abaixo da janela dos quartos 1 e 2. Já no projeto hidrossanitário, o telhado apoia-se na divisa do terreno e no edifício, mas fixado abaixo da janela da suíte (que está recuada 3,6m, em relação aos quartos 1 e 2). | Adotar telhado conforme projeto arquitetônico, pois com a divisão feita no projeto hidrossanitário o telhado chegaria à sacada do primeiro pavimento com uma altura superior ao nível de seu gradil, o que diminuiria a área de ventilação dos apartamentos 102 e 103. | 36 |

Quadro 4 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento térreo (continuação)

Pela análise do quadro 4, é possível perceber que as principais interferências encontradas no pavimento térreo são referentes à compatibilização dos projetos arquitetônicos e estrutural, assim como aconteceu no pavimento subsolo. Em parte, isso se deve ao fato do pé-direito do pavimento térreo já ter sido definido de forma a permitir que as tubulações hidrossanitárias que não puderem perfurar vigas, passem por debaixo delas. Nesses casos, essas tubulações são escondidas com o forro de gesso, que já seria utilizado em todo o teto do pavimento térreo.

Existiram também algumas alterações na execução do projeto hidrossanitário, como posição da ligação predial de água e esgoto com as redes da Sanepar na calçada, mas que não são relevantes a esse trabalho, pois não geraram conflitos com os demais sistemas.

A interferência nº 8 (figura 13), por exemplo, mostra um conflito entre as instalações hidrossanitárias e o projeto arquitetônico. Nessa incompatibilização, definições do projeto hidrossanitário interferiram no layout do pavimento, o que pode acarretar na insatisfação dos clientes, pois altera a entrada principal do edifício. O vão de acesso ao hall de entrada no projeto arquitetônico é de 3,03m, no entanto o projeto hidrossanitário prevê uma boneca de 0,18m na lateral esquerda do hall, para esconder duas colunas de águas pluviais e um tubo de queda de gordura.

Na execução, o tubo de queda de gordura e as colunas de águas pluviais foram posicionados na entrada do edifício conforme o previsto no projeto hidrossanitário, mas na parede oposta. Dessa foram feitas duas bonecas na entrada, conforme a proposta de ajuste, sendo uma boneca para esconder a tubulação e outra idêntica na parede oposta para dar simetria ao vão de entrada do edifício. Essa e as demais soluções tomadas na execução com relação ao pavimento térreo foram registradas no quadro 5 e o registro fotográfico delas se encontra no Anexo D.

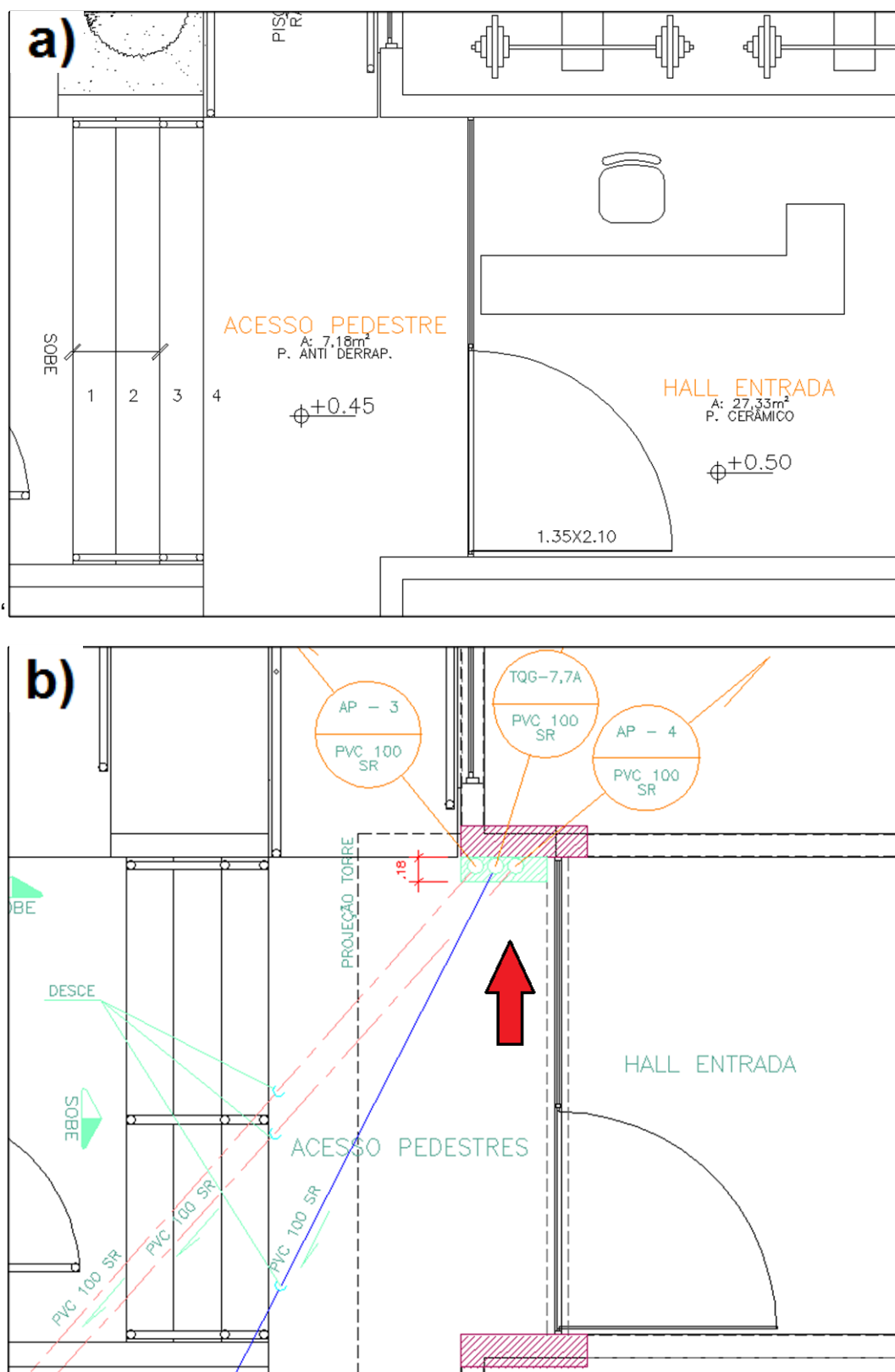


Figura 13 - Boneca na entrada principal do edifício: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural (seta indica boneca)
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura(s) |
|------------------|--|------------|
| 01 | Executado conforme projeto estrutural, pois além da questão da diferença de cotas no hall de entrada, o projeto arquitetônico apresentou também um problema relacionado à cota do acesso ao edifício. Foi previsto uma diferença de nível de 0,43 m entre a cota da calçada externa e a cota do acesso ao hall de entrada, mas dividindo esse valor pelo número de degraus previstos (4 degraus), a altura do degrau é inferior à altura mínima permitida, de acordo com o código de obras municipal. Portanto foi adotada a cota conforme o projeto estrutural e diminuído o número de degraus (3 degraus). | 37 |
| 02 | Executado conforme projeto estrutural, uma vez que o hall de entrada também ficou mais alto, devido à incompatibilidade nº 01. | 38 |
| 03 | Foi adotada uma porta de 0,70 m de largura, visto que o espaço deixado para a porta não contemplava o espaço necessário para batente e vistas. Além disso, a parede ao lado da porta precisou ser engrossada para a colocação de um hidrante de parede duplo, o que por consequência diminuiu ainda mais o espaço para a porta. | 39, 40 |
| 04 | Executado conforme proposta de ajuste. A parede entre o hall de elevadores do térreo e o corredor de acesso às escadarias dos subsolos foi retirada e a porta foi colocada no final do corredor de acesso ao estacionamento do térreo. | 41, 42 |
| 05 | Executado conforme projeto estrutural. Embora esteja no projeto arquitetônico, essa área final do corredor não está no mesmo nível da área externa e, por isso, não serve como um acesso e nem mesmo como uma área útil, por isso foi decidido alterar o projeto arquitetônico. Além disso, a mureta em volta da circulação de acesso à escada passou a ser uma parede, já que ela virou uma área interna, devido à incompatibilidade nº 04. | 43, 44 |
| 06 | Executado conforme projeto arquitetônico, pois não divide os patamares entre lances da escada em dois, mantendo o mesmo padrão do restante da escadaria. | 45 |
| 07 | Executado conforme o projeto estrutural, sendo a divisão com 4 degraus para lance de escada. | 46 |
| 08 | O tubo de queda de gordura e as colunas de águas pluviais foram executados na entrada do edifício, mas na parede oposta. Dessa foram feitas duas bonecas na entrada, conforme a proposta de ajuste, sendo uma boneca para esconder a tubulação e outra idêntica na parede oposta para dar simetria ao vão de entrada do edifício. | 47, 48, 49 |
| 09 | Executado conforme projeto arquitetônico. A área entre a janela da suíte e a fachada do edifício com as janelas dos quartos 1 e 2 foi coberta por uma terceira água do telhado. | 50 |

Quadro 5 – Soluções para as interferências adotadas na execução do pavimento térreo (continuação)

Na figura 14 verifica-se a execução das duas bonecas na entrada edifício. Conforme descrito no quadro 5.



Figura 14 - Bonecas na entrada do hall vistas pelo lado de dentro

6.1.3 Pavimento tipo

Com as plantas dos projetos arquitetônico e estrutural sobrepostos, foi então realizada a primeira compatibilização do pavimento tipo. De acordo com os elementos listados nos checklist dos Apêndices A e B, algumas interferências foram encontradas e listadas no quadro 6, junto a uma proposta de ajuste para cada uma delas. De posse dos resultados da primeira compatibilização, foi sobreposto a esses projetos já compatibilizados o projeto hidrossanitário e realizado a verificação entre os três projetos, adotando para verificação os itens do *checklist* presente no Apêndice C e registrados também no quadro 6.

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|---|---|-----------|
| 01 | Passa-prato | Dimensões diferentes (largura de 1,40 m no arquitetônico e 1,51 m no estrutural). | Adotar medidas do projeto arquitetônico, pois a medida de 1,40 m do passa-prato consta no projeto arquitetônico aprovado na prefeitura e no material de vendas entregue ao cliente. Alterar projeto estrutural incluindo um bloco compensador (14x19x9 cm) em um dos lados do passa-prato. | 51 |
| 02 | Peitoril da janela da suíte | Alturas diferentes (0,30 m no projeto arquitetônico e 0,40 m no estrutural). | Alterar projeto arquitetônico para 0,40m para se adequar à modulação vertical do estrutural (bloco utilizado tem 19 cm de altura, portanto segue modulação vertical com múltiplos de 20). Rever dimensões mínimas necessárias para ventilação e iluminação do ambiente. Se for preciso, aumentar o comprimento da janela. | 52 |
| 03 | Peitoril da área de serviço e dos quartos 1 e 2 | Alturas diferentes (0,90 m no projeto arquitetônico e 1,00 m no projeto estrutural). | Alterar projeto arquitetônico para 1,00 m para se adequar à modulação vertical do estrutural (bloco utilizado tem 19 cm de altura, portanto segue modulação vertical com múltiplos de 20 cm). Rever dimensões mínimas necessárias para ventilação e iluminação do ambiente. Se for preciso, aumentar a largura da janela. | 53, 54 |
| 04 | Vão deixado para a porta do elevador no hall | Larguras diferentes nos projetos (1,00 m no projeto arquitetônico e 1,21 m no projeto estrutural). | Adotar medidas conforme o padrão do elevador pré-definido. | 55 |
| 05 | Estrutura acima do acesso aos elevadores no hall | O projeto estrutural prevê duas fiadas de blocos-canaleta concretados. Já o arquitetônico prevê uma viga e abaixo uma fiada (que poderia ser de blocos canaletas ou uma verga de concreto). | Rever quais são as medidas dos elevadores disponíveis no mercado. Definida a altura, ambas as soluções seguintes poderiam ser adotadas: - Aumentar a altura da viga prevista no arquitetônico, eliminando a fiada desnecessária abaixo da viga; - Visto que o pé-direito é de 2,60 m, escolher o modelo do elevador, de forma que a altura da abertura seja múltipla de 20 cm, para viabilização de fiadas de blocos-canaletas acima. | 56 |

Quadro 5 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento tipo

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|---|---|---|-----------|
| 06 | Antecâmara da escada enclausurada e duto de saída de ar | Dimensões diferentes nos projetos: - Antecâmara: Está com 1,32x1,92 m no projeto arquitetônico e 1,36x2,21 m no projeto estrutural); - Duto de saída de ar: Está com 1,32x1,28 m no projeto arquitetônico e 1,36x1,01 m no projeto estrutural); | Rever dimensões mínimas necessárias para ventilação do duto de saída de ar, conforme diretrizes do Corpo de Bombeiros. Caso ambos estejam de acordo com elas, adotar medidas conforme projeto estrutural, priorizando o espaço visitável (antecâmara), frente ao não-visitável (duto de saída de ar). | 57 |
| 07 | Janela da escada enclausurada | Dimensões diferentes (largura de 1,00 m no projeto arquitetônico e 0,61 m no projeto estrutural). | Alterar projeto estrutural para 1,00 m para se adequar ao arquitetônico, que está de acordo com as diretrizes do Código de obras municipal quanto à iluminação. | 58 |
| 08 | Degraus da escada enclausurada | Divisão diferente do número de degraus por lance de escada: - Arquitetônico: 4 lances de escada, tendo os lances 3, 5, 4 e 5 degraus, nessa ordem. - Estrutural: 4 lances de escada, tendo todos os lances 4 degraus. | O projeto estrutural prevê ao todo 16 degraus, já o projeto arquitetônico prevê 17 degraus. Visto que a altura de laje a laje é fixa, isso resulta em alturas diferentes para os degraus em cada um dos casos. Como ambos não ultrapassam a altura limite para um degrau, de acordo com o código de obras municipal, ambos os casos podem ser adotados. | 59 |
| 09 | Centro da escada enclausurada | No projeto arquitetônico foram previstas quatro paredes no centro da escadaria, formando um volume central de seção retangular, o qual as escadas contornam conforme sobem. Já no projeto estrutural, essas paredes foram eliminadas, ficando no centro da escadaria um vão livre, que começa no térreo e termina no último pavimento tipo. | Adotar as paredes no centro da escadaria, como previsto no projeto arquitetônico, que está de acordo também com o projeto de prevenção de incêndios, aprovado pelo Corpo de Bombeiros. | 60 |

Quadro 6 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento tipo (continuação)

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|--|---|-----------|
| 10 | Largura das paredes | O projeto arquitetônico prevê, no pavimento tipo, paredes com largura de 15 cm. No entanto, como o sistema estrutural adotado foi a alvenaria estrutural e a família de blocos de 14 cm de largura, para se trabalhar com paredes emboçadas com argamassa, deve-se considerar as paredes com pelo menos 18 cm (considerando 2 cm de emboço de cada lado). Essa incompatibilidade na largura das paredes acarreta uma diferença na área dos ambientes e podem ser extremamente prejudicial em espaços como corredores e banheiros, onde poucos centímetros podem impedir a instalação de portas ou pias, por exemplo. | O ideal seria elaborar o projeto arquitetônico já com as medidas compatíveis às medidas do projeto estrutural. No entanto, como os projetos complementares já estão prontos, refazer o projeto arquitetônico em cima da planta do projeto estrutural, alterando as dimensões e áreas e reavaliando os espaços mínimos necessários para cada ambiente. | 61 |
| 11 | Prumada hidrossanitária entre banheiros | O projeto hidrossanitário prevê uma boneca no banheiro social, para embutir prumadas hidrossanitárias que passam pelos banheiros (tubo de queda de esgoto, de ventilação e de águas pluviais), não previstas no projeto arquitetônico, o que diminui a área de banho. | O projeto estrutural prevê que a parede entre os banheiros seja uma parede hidráulica (parede não estrutural, feita de tijolos cerâmicos para embutir canos e equipamentos hidráulicos dos banheiros). Logo, a boneca no banheiro social poderia ser eliminada e as prumadas do edifício poderiam ser embutidas nessa mesma parede. | 62 |
| 12 | Prumadas hidrossanitárias da sacada | Atrás da pia da sacada de cada apartamento passam alguns canos referentes às prumadas de esgoto e de água pluvial da sacada. Por isso, no projeto hidrossanitário a parede de trás dessa pia tem 45 cm (sendo 19 cm do bloco e mais 13 cm de cada lado, referentes às bonecas das duas sacadas). Já no projeto arquitetônico a mesma parede tem somente 20 cm. | Alterar o projeto arquitetônico. Para que haja espaço para as bonecas atrás da pia, avançá-la de modo que a pia fique rente à churrasqueira. | 63 |
| 13 | Prumadas sanitárias entre a cozinha e a lavanderia | O projeto arquitetônico prevê uma parede (com 15 cm de largura) dividindo a cozinha da área de serviço e, segundo o projeto estrutural, essa é uma parede com função estrutural. No entanto, no projeto hidrossanitário foi necessário a passagem de alguns tubos de queda de esgoto e de gordura ao lado dessa parede, o que aumentou a largura da parede para 27 cm. | Alterar o projeto estrutural de forma que a parede entre a cozinha e a área de serviço seja uma parede de vedação e não estrutural. Assim é possível fazer com que a mesma parede de vedação sirva como uma parede hidráulica, diminuindo-se a largura dessa parede. | 64 |

Quadro 6 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento tipo (continuação)

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura(s) |
|----|--|---|--|-----------|
| 14 | Prumadas hidráulicas na parede de trás do tanque | O projeto arquitetônico não prevê bonecas na parte de trás do tanque para esconder as tubulações hidráulicas da área de serviço. No entanto pela impossibilidade de se passar tubulações hidráulicas por dentro dos blocos, o projeto hidrossanitário prevê uma boneca em toda a parede, diminuindo a largura da área de serviço de 1,50 m para 1,41 m. | Pelo fato de haver muitos pontos hidráulicos e sanitários nessa parede (ponto de água para tanque e máquina, de esgoto, ponto para aquecedor de passagem e registros) a boneca precisa ocupar toda a parede. Sendo assim, adotar janela com 1,35 m de largura, ou menor, para evitar possível estrangulamento da abertura necessária para sua instalação. Consultar dimensões mínimas para a ventilação e iluminação, segundo código de obras da cidade. | 65 |

Quadro 6 - Interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário do pavimento tipo (continuação)

Para cada uma das incompatibilidades listadas no quadro 6 foi adotada uma solução na etapa de execução do edifício, as quais estão registradas no quadro 7. O registro fotográfico das soluções adotadas se encontra no Anexo F.

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura(s) |
|------------------|--|------------|
| 01 | Executado conforme projeto estrutural, mas foi colocada uma “bolacha” (bloco de 14x19x4 cm, fabricado em obra) em cada lado do passa-prato para diminuir o vão, deixando-o com 1,40 m, conforme o projeto arquitetônico e o material de vendas. | 66, 67 |
| 02 | Executado conforme a proposta de ajuste (peitoril com a altura de dois blocos, totalizando 0,40 m), adequando-se à modulação vertical do projeto estrutural. | 68 |
| 03 | Executado conforme a proposta de ajuste (peitoril com altura de cinco blocos, totalizando 1,00 m), adequando-se à modulação vertical do projeto estrutural. | 69, 70 |
| 04 | Executado com 85 cm, pois se adequa ao tamanho da porta do elevador com a capacidade exigida pela prefeitura (8 pessoas). | 71 |
| 05 | Executado conforme projeto estrutural, com blocos-canaleta concretados acima das portas. No entanto, a porta do elevador definido, depois de instalada, tem pouco mais 2,03 m, por isso ficou um buraco entre o elevador e a alvenaria. Esse buraco foi posteriormente tampado com gesso acartonado. | 72, 73, 74 |

Quadro 6 - Soluções para as interferências adotadas na execução do pavimento térreo e alterações de projeto na execução

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura(s) |
|------------------|--|------------|
| 06 | Executado diferente de ambos os projetos. Ambos o espaço deixado para o duto e para a antecâmara no projeto estrutural estavam de acordo com as áreas mínimas exigidas pelo corpo de bombeiros, no entanto, na execução foi adotado aproximadamente 1,30x2,15 m para a antecâmara e 1,42x1,07 m para o duto. | - |
| 07 | Executado conforme a proposta de ajuste (janela com largura altura de 1,00 m), adequando-se à área mínima de iluminação prevista no Código de obras do município. Além disso, a janela foi executada com o peitoril mais baixo, apoiando-se sobre a cinta de amarração da parede. Dessa forma, não foi necessária a execução de uma fiada extra de blocos-canaleta para servir de contra-verga para a janela. | 75 |
| 08 | Executado conforme o projeto estrutural, sendo a divisão com 4 degraus para lance de escada. | 76 |
| 09 | Executado conforme projeto arquitetônico, pois está de acordo com os projetos aprovados na prefeitura e no corpo de bombeiros. | 77 |
| 10 | Executado conforme o projeto estrutural. No entanto, como não houve alteração no projeto arquitetônico, depois de emboçadas as paredes, os ambientes perderam alguns centímetros em suas dimensões. Em ambientes como o corredor dos quartos e da entrada do apartamento, devido à diminuição de suas larguras, a guarnição das portas encostou-se às paredes perpendiculares à porta, mostrando defeitos relacionados ao prumo de algumas paredes. Em outras, precisou-se diminuir a largura da guarnição da porta para caber no vão. | 78, 79 |
| 11 | Executado conforme a proposta de ajuste, pois se aumentou assim a área de banho. No entanto, foi necessário fazer a parede com tijolos deitados para que pudessem ser embutidas nela as prumadas (que tem diâmetro de 100 mm) e também as tubulações hidráulicas do banheiro. | 80, 81 |
| 12 | Executado conforme a proposta de ajuste (a pia avançou, ficando rente à churrasqueira, para dar espaço às prumadas hidrossanitárias). A boneca, prevista com espessura de 13 cm, ficou com 18 cm. No entanto, a paleta da sacada (que escondia a torneira da pia) foi aumentada de 28 cm para a 55 cm, visto que a pia e sua parede de trás avançaram. | 82, 83, 84 |
| 13 | Executado conforme projeto hidrossanitário, no entanto, ao invés de 27 cm, a paleta ficou em média com 35 cm. Quanto à proposta de ajuste, é possível a alteração do projeto estrutural, no entanto para isso seria necessário recalcular as cargas descarregadas nessa parede para possibilitar sua retirada, o que poderia não ser viável devido ao tempo despendido nessa revisão de projeto, já que a obra já está em execução. | 85, 86 |
| 14 | Executado conforme projeto hidrossanitário. No entanto foi adotada uma janela com 1,25x1,15 m, visto que a boneca executada atrás da área de serviço acabou ficando mais grossa do que o previsto em projeto e a área de serviço mais estreita. | 87, 88 |

Quadro 7 - Soluções para as interferências adotadas na execução do pavimento térreo e alterações de projeto na execução (continuação)

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura(s) |
|---|--|-----------|
| Alterações de projeto realizado na execução | A pia da sacada, em projeto, é alimentada pelo teto, mas a tubulação foi executada passando no piso. Pelo teto seria necessária a execução de uma sanca de gesso para escondê-los, já no piso, visto que se trata de um cano com diâmetro pequeno, é possível escondê-lo na regularização do contra piso. Para isso, o cano utilizado (de PVC) foi substituído por canos de PPR, devido à maior resistência. | 89 |
| Alterações de projeto realizado na execução | Foram executadas lajes na lateral da lavanderia (abaixo da janela) como uma forma de acesso às condensadoras dos aparelhos de ar condicionado. Para essa alteração foi preciso consultar o calculista estrutural. | 90, 91 |

Quadro 7 - Soluções para as interferências adotadas na execução do pavimento térreo e alterações de projeto na execução (continuação)

Através da compatibilização do pavimento tipo foram identificadas falhas recorrentes relacionadas à inadequação do projeto arquitetônico ao sistema construtivo de alvenaria estrutural. Na interferência nº 2, por exemplo, a janela da suíte foi definida no projeto arquitetônico com peitoril de 30 cm. Considerando o módulo vertical adotado de 20 cm (altura do bloco, mais junta), o peitoril da janela deveria ser um número múltiplo de 20, como 40 cm ou 60 cm. O mesmo tipo de erro acontece na interferência 3. Sendo assim, essas interferências demonstram que o projetista arquitetônico não considerou algumas restrições do sistema estrutural adotado, como o módulo vertical dos blocos.

Outra restrição não considerada é a largura da parede de blocos de concreto, como explicado na interferência nº 10 (figura 15). O projeto arquitetônico prevê, no pavimento tipo, paredes com largura de 15 cm. No entanto, como o sistema estrutural adotado foi a alvenaria estrutural e a família de blocos de 14 cm de largura, para se trabalhar com paredes emboçadas com argamassa, deve-se considerar as paredes com, pelo menos, 18 cm (considerando 2 cm de emboço e reboco de cada lado). Essa incompatibilidade na largura das paredes acarreta uma diferença na área dos ambientes e pode ser extremamente prejudicial em espaços como corredores e banheiros, onde poucos centímetros podem impedir a instalação de guarnições de portas ou pias, por exemplo.



Figura 15 - Espessura da parede de blocos de concreto emboçada e rebocada.

A impossibilidade de passar tubulações hidrossanitárias por dentro de paredes de alvenaria estrutural foi outra restrição do sistema estrutural adotado que gerou algumas interferências entre os projetos. A interferência nº 12 exemplifica um caso onde essa impossibilidade fez com que um espaço significativo fosse perdido e até mesmo que resultou na alteração da fachada do edifício.

No projeto arquitetônico a parede de trás da pia da sacada tem somente 20 cm de espessura. Entretanto, atrás da pia da sacada de cada apartamento passam canos referentes às prumadas de esgoto e de água pluvial da sacada. Por isso, no projeto hidrossanitário a mesma parede dessa pia tem 45 cm (sendo 19 cm da parede de bloco e mais 13 cm de cada lado, referentes às bonecas das duas sacadas). Na execução, a pia avançou, ficando rente à churrasqueira. No entanto, a paleta da sacada (figura 16), que escondia a torneira da pia, teve que ser aumentada, visto que a pia e sua parede de trás avançaram e assim, a torneira da pia ficaria exposta a intempéries. Essa paleta, por ter sido aumentada em todas as sacadas, fez com que a fachada do edifício mudasse também (figura 17).



Figura 16 - Paleta da sacada aumentada

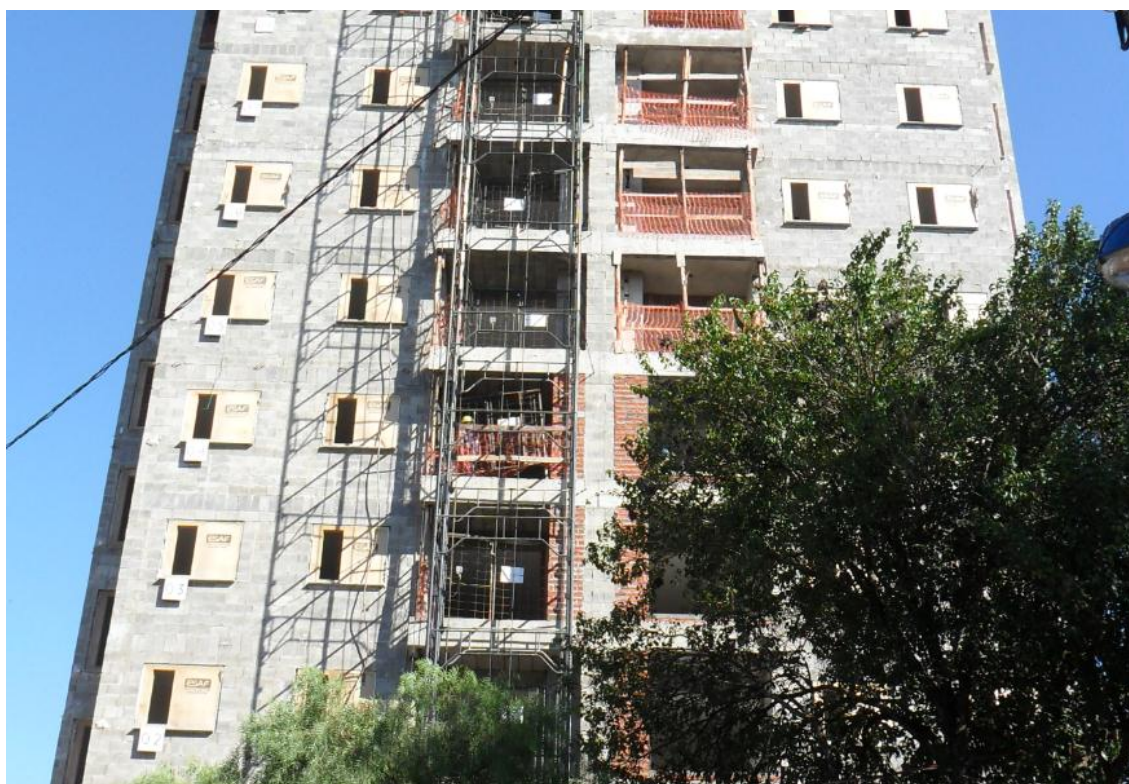


Figura 17 - Paletas sendo aumentadas na fachada do edifício

A interferência nº13 representa também um caso de conflito causado pela impossibilidade de passar tubulações hidrossanitárias por dentro das paredes de alvenaria estrutural. O projeto arquitetônico prevê uma parede (com 15 cm de largura) dividindo a cozinha da área de serviço e, segundo o projeto, essa é uma parede com função estrutural. Todavia, no projeto hidrossanitário é prevista a passagem de alguns tubos de queda de esgoto e de gordura ao lado dessa parede, o que aumentaria sua largura para 27 cm (figura 18). Na execução da boneca para esconder esses canos, ao invés 27 cm, elas ficaram, na maioria dos casos, com 35 cm. Uma vez que a área de serviço tem, em seu layout inicial, somente 1,60 m de largura, essa interferência passa a representar uma perda bastante relevante devido à área perdida nesse ambiente.

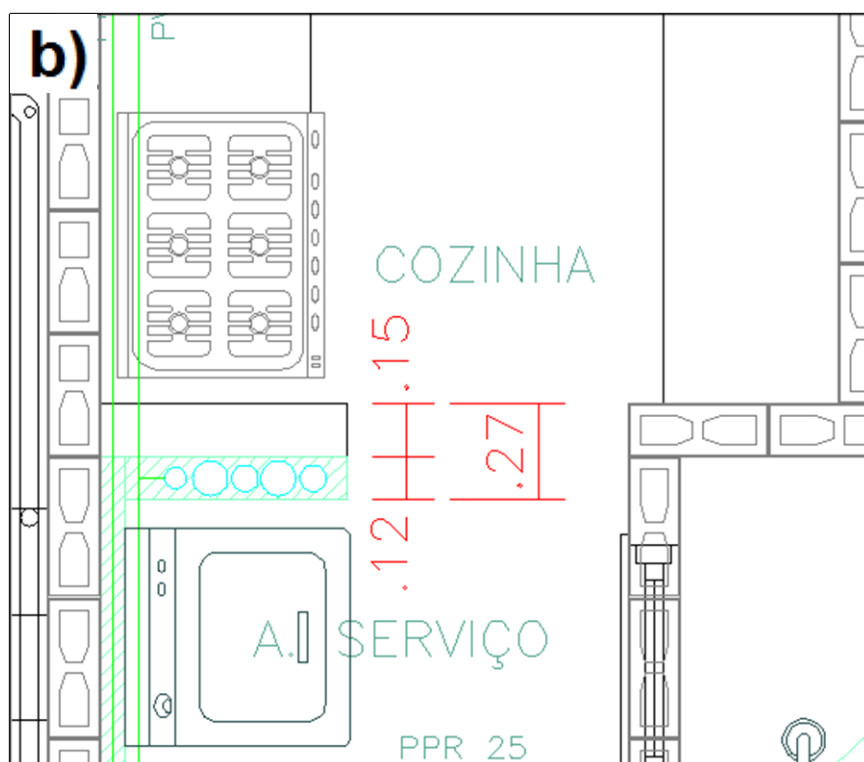
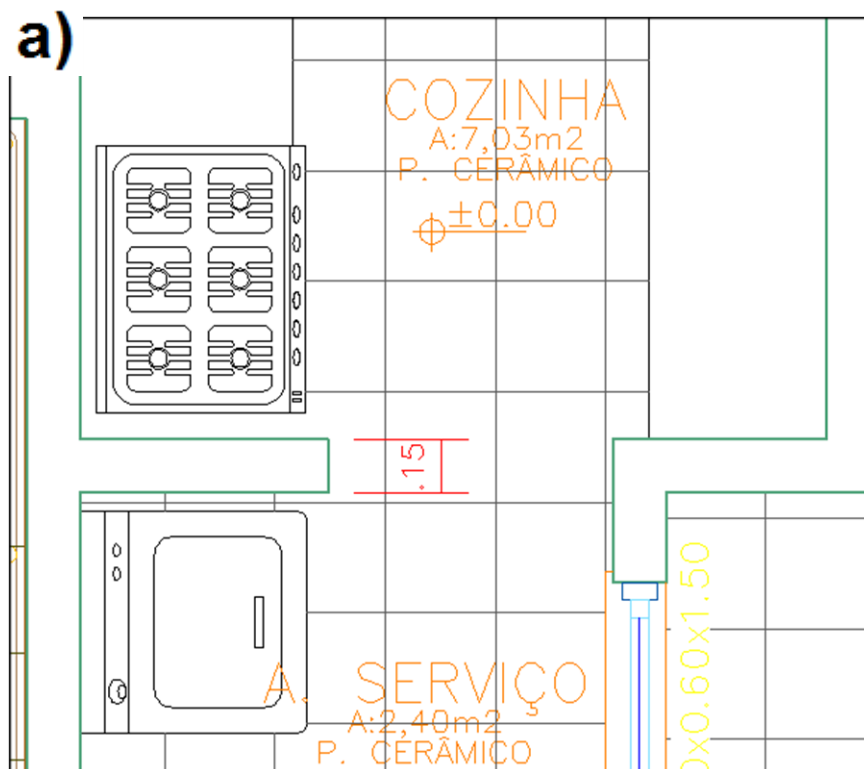


Figura 18 - Parede entre a área de serviço e a cozinha: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

Nesse caso, é possível fazer com que essa parede de divisão entre os dois ambientes seja uma parede com a função somente de vedação. Mas para isso é necessário consultar o calculista para que sejam recalculadas as cargas descarregadas nela.

Não foram encontradas interferências entre os projetos do pavimento casa de máquinas.

7 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos das compatibilizações se pode verificar que muitas interferências encontradas nos projetos são relacionadas às definições do projeto arquitetônico, baseadas em previsões para a estrutura e para as instalações do edifício, visto que o arquitetônico é o primeiro projeto a ser concebido. No entanto, no desenvolvimento dos projetos dos demais sistemas (hidrossanitário, estrutural, elétrico etc.), muitos elementos acabam gerando conflitos físicos e funcionais, devido às restrições de cada sistema.

As incompatibilidades, diversas vezes, são percebidas somente no momento da execução dos elementos envolvidos, o que gera retrabalho, atraso da obra e decisões que podem gerar outros conflitos futuramente. Isso acontece, porque algumas decisões são tomadas com pouco tempo para uma reflexão mais profunda sobre o caso.

É possível verificar também que algumas interferências são aleatórias, acontecendo por desatenção dos projetistas ou mudanças de escopo durante o processo de desenvolvimento dos projetos. No entanto, várias interferências acontecem por um motivo em comum: a não consideração das restrições intrínsecas ao sistema estrutural adotado. Essa inadequação acarreta conflitos que podem até mesmo inviabilizar técnica ou economicamente outros sistemas adotados, como é o caso da alvenaria estrutural.

Um ponto interessante observado foi que os projetos de alvenaria estrutural trazem pranchas bastante detalhadas, apresentando soluções inclusive para outros sistemas que serão executados junto a ele, como paredes hidráulicas e blocos com recortes para equipamentos elétricos. Por esse motivo, a maioria das interferências ligadas ao sistema hidrossanitário foram relacionadas a detalhes arquitetônicos, não havendo conflitos entre os projetos hidrossanitários e o estrutural no geral.

É necessário salientar também que os projetos de cada especialidade contratados para este edifício foram elaborados por escritórios diferentes, localizados em cidades e estados diferentes, por isso a comunicação entre os projetos se deu por intermédio de um engenheiro civil da empresa contratante, o

qual fez o papel de coordenador de projetos, ou seja, corresponsável pela compatibilização dos projetos junto às empresas contratadas.

Enfim, vários são os fatores que podem levar as interferências entre os projetos e entre a execução e os projetos, e muitos são os envolvidos nesse processo. Por isso, o controle das alterações e soluções adotadas tanto no processo de desenvolvimento de projeto, quanto na execução da obra são essenciais para a eliminação das interferências em empreendimentos futuros. Dessa forma, os quadros de interferência e de soluções adotadas em obra podem servir como registros, para ser usado futuramente na retroalimentação dos projetos da empresa e, conseqüentemente, na melhoria contínua dos processos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações: procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

ÁVILA, Vinícius M. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 2011. 86f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/78.pdf> >. Acesso em: 18 Mai. 2012.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. 2006. Notas de aulas (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2006. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%20estrutural.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2012.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DA PARAÍBA. **Termo de referência para elaboração de projeto como construído (as built)**. João Pessoa, PB, 2007. 9 p. Disponível em: <http://www.propacto.pb.gov.br/sinco/arquivos/Projeto_As_built_27_11_07_Final.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2012.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ. **Programa de excelência em projetos, fascículo 2: Do Projeto ao Edifício a Busca da Excelência Profissional**. Curitiba, PR, 2010. 59 p. Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/pep/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1&Itemid=20>. Acesso em: 27 mai. 2012.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA DA PARAÍBA. **Termo de referência para elaboração de projeto como construído (as built)**. João Pessoa: CREA-PR/IBEC/PB, 2007.

FRANCO, Luiz S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 339 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil - Alemanha**. Curitiba: Editora CEFET-PR, 2002.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2004.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de projeto de edificações**. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2005.

MIKALDO JR., Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com o uso de TI**. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0073.PDF>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

OHASHI, Edurado A. M. **Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. São Paulo, 2001. 122p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTCAP307.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

OLIVEIRA, O. J.; FABRICIO, M. M.; MELHADO, S.B. Improvement of the design process in the building construction. In: CIB TRIENNIAL WORLD BUILDING CONGRESS, 2004, Toronto, **Anais...** Toronto, Canadá, 2004. Disponível em: <<http://www.irb.fraunhofer.de/CIBlibrary/search-quick-result-list.jsp?A&idSuche=CIB+DC9638>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

PARSEKIAN, G. A.; FURLAN JR., S. Compatibilização de projetos de alvenaria estrutural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3, 2003, São Carlos, **Anais...** São Carlos, 2003.

PARSEKIAN, G. A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Carlos: EdUFSCar, 2012. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/abcp-e-ufscar-lancam-livro-parametros-de-projeto-de-alvenaria-estrutural-com-blocos-de-concreto>>. Acesso em: 31 mai. 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 4 ed. EUA, 2008.

RAUBER, Felipe C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/PPGEC%20-%20Disserta%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o%20de%20Mestrado%20-%20Felipe%20Claus%20Rauber%20.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. do N.; ARAÚJO, H. N. de. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

SAHLIN, Sven. **Structural masonry**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1971.

SINDUSCON-PR. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos**. Curitiba: SEBRAE/SINDUSCON-PR, 1995.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. de. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SOUZA, A. R. L.; SABATINI, F. H. *A importância de um sistema de informação no desenvolvimento do projeto de edifícios*. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1998, São Paulo, **Anais...** São Paulo, Brasil, 1998. Disponível em: <http://congr_tgpe.pcc.usp.br/anais/Pg509a516.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2012.

SALDANHA, M. C. W.; SOUTO, M. S. M. L. *Racionalização dos projetos na construção de edificações habitacionais*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado, **Anais...** Porto Alegre, Brasil, 1997. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3212.PDF>. Acesso em: 01 jul. 2012.

VANNI, Cláudia M. K. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios**. 1999. 212f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/AMCN-8A8HRU/cl_udia_maria_kattah_vannidisserta__o_do_mestrado.pdf;jsessionid=83B3556A29F5BAE9F0670140AFAEBF89?sequence=1>. Acesso em: 30 Abr. 2012

APÊNDICE A – Checklist para compatibilização de projetos: elementos do projeto arquitetônico

- Cotas e níveis
- Acessos e circulações
- Pé-direito livre dos pavimentos
- Paredes
- Esquadrias
- Passa-pratos
- Escadas e rampas
- Shafts
- Dutos de ventilação
- Poço do elevador
- Churrasqueiras
- Bancadas
- Enchimentos
- Sacadas
- Peitoris
- Louças sanitárias
- Vagas de estacionamento
- Portões, grades e gradis
- Muros
- Forros, sancas e rebaixos
- Elevador
- Floreiras
- Platibandas
- Coberturas
- Pergolados

APÊNDICE B – Checklist para compatibilização de projetos: elementos do projeto estrutural

- Cotas e níveis
- Pilares
- Vigas
- Lajes
- Marquises
- Modulação horizontal e vertical dos blocos
- Paredes hidráulicas
- Pé-direito livre dos pavimentos
- Escadas
- Vãos livres (portas, janelas, passa-pratos e sacadas)
- Rampas
- Dutos de ventilação
- Poço do elevador
- Shafts
- Contenções laterais do terreno
- Casa de máquinas
- Juntas de dilatação
- Desníveis
- Platibandas
- Pergolados

APÊNDICE C – Checklist para compatibilização de projetos: elementos do projeto hidrossanitário

- Cotas
- Prumadas
- Barrilete
- Posição dos hidrômetros
- Tubulações de água fria
 - Pontos hidráulicos
 - Ramais e sub-ramais
- Tubulações de água quente
 - Pontos hidráulicos
 - Ramais e sub-ramais
- Tubulações de esgoto e ventilação
 - Pontos de esgoto
 - Ramais e sub-ramais
 - Ralos
 - Caixas de gordura e de inspeção
- Tubulações de águas pluviais
 - Ramais
 - Grelhas e ralos
 - Poço de recalque
 - Caixas de passagem
- Reservatório inferior e superior
- Ligações prediais (esgoto, água tratada e água pluvial)
- Bombas
- Planos de cobertura

APÊNDICE D – Modelo do Quadro de interferências entre projetos

| Nº | Elemento(s) Conflitante(s) | Interferência/ Incompatibilidade | Proposta de ajuste | Figura |
|-----------|---------------------------------------|---|---------------------------|---------------|
| 01 | | | | |
| 02 | | | | |
| 03 | | | | |
| 04 | | | | |
| 05 | | | | |
| 06 | | | | |
| 07 | | | | |
| 08 | | | | |
| 09 | | | | |
| 10 | | | | |

APÊNDICE E – Modelo do Quadro de alterações projeto-execução

| Nº Interferência | Solução adotada na execução | Figura |
|-------------------------|------------------------------------|---------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

ANEXO A – Comparações entre projetos dos pavimentos subsolos 1 e 2

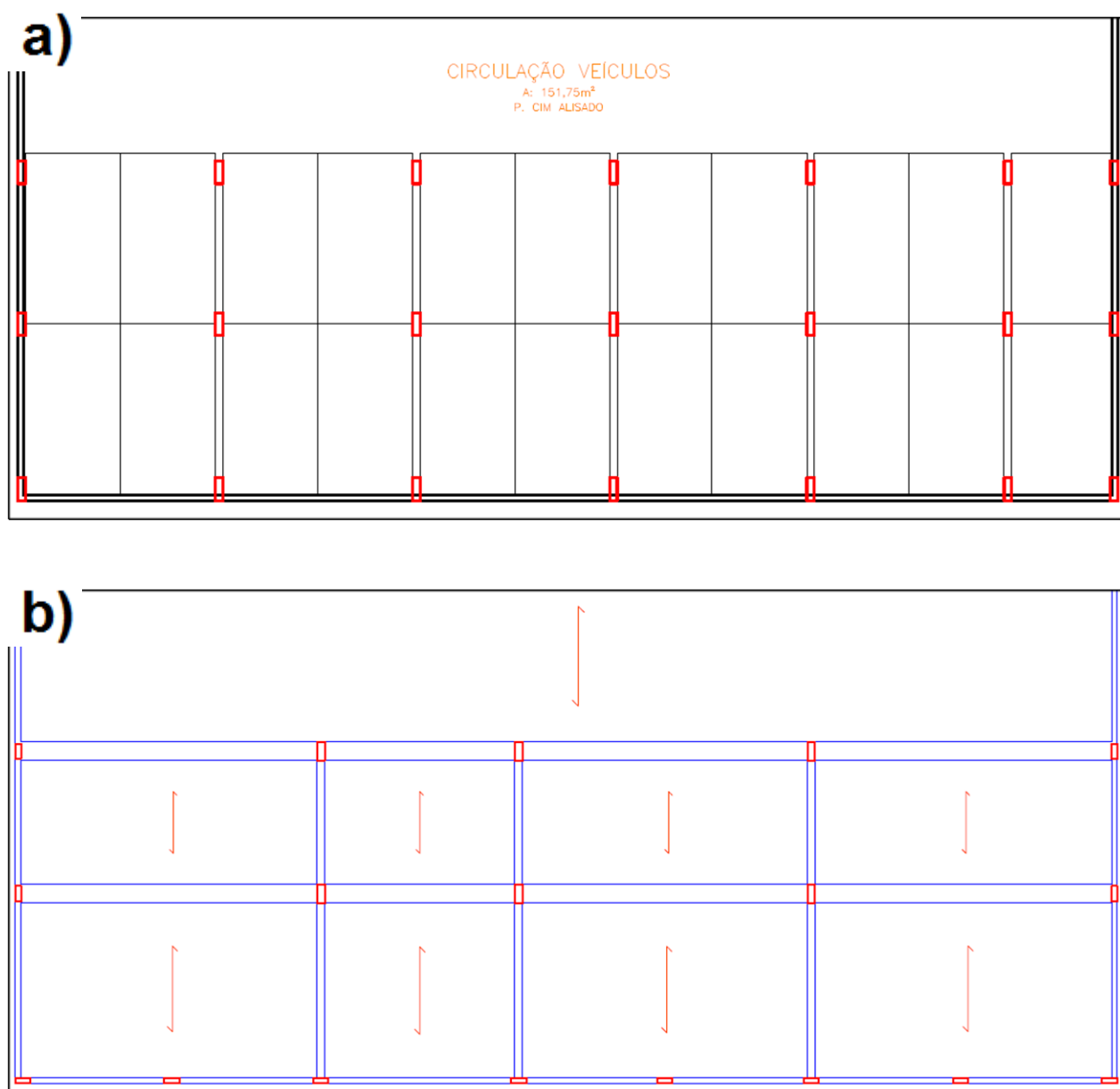


Figura 19 - Disposição dos pilares do estacionamento dos subsolos 1 e 2: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural (repetição da figura 10, utilizada nos resultados e discussões, p. 43)

Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

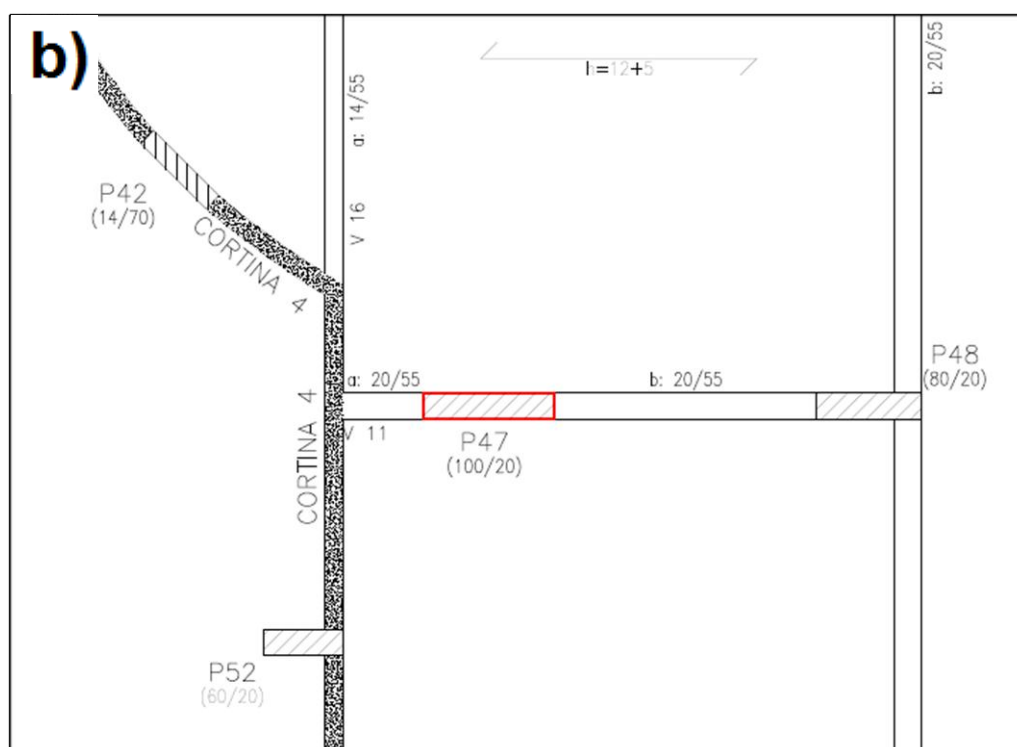
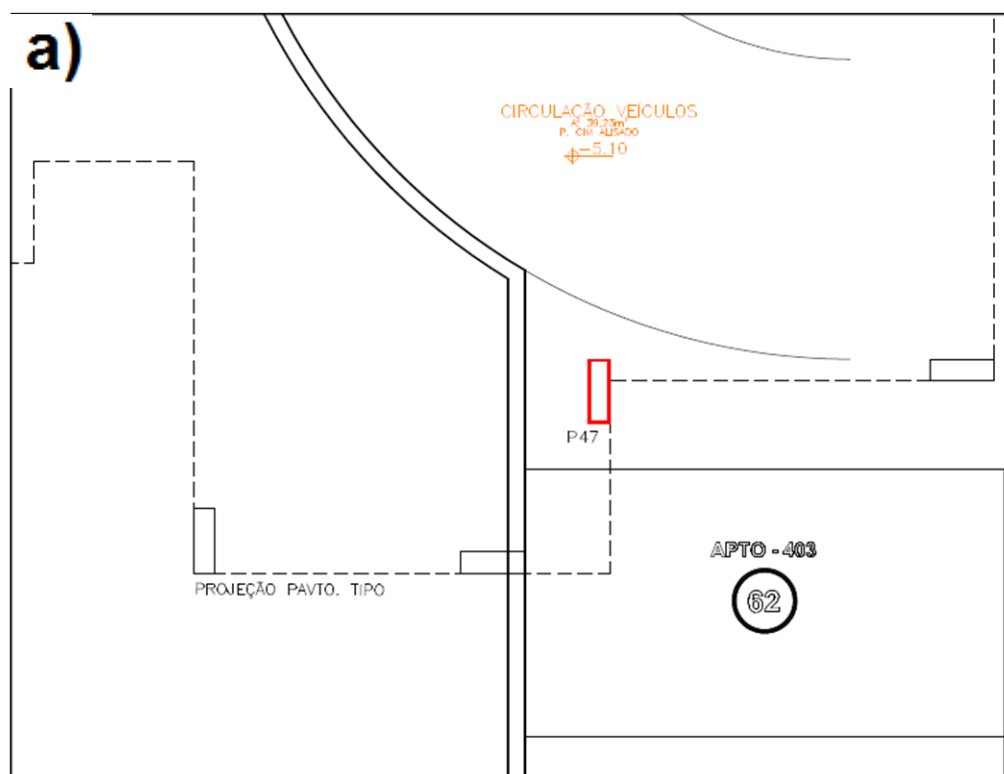


Figura 20 - Disposição do pilar 47 nos pavimentos subsolos 1 e 2: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

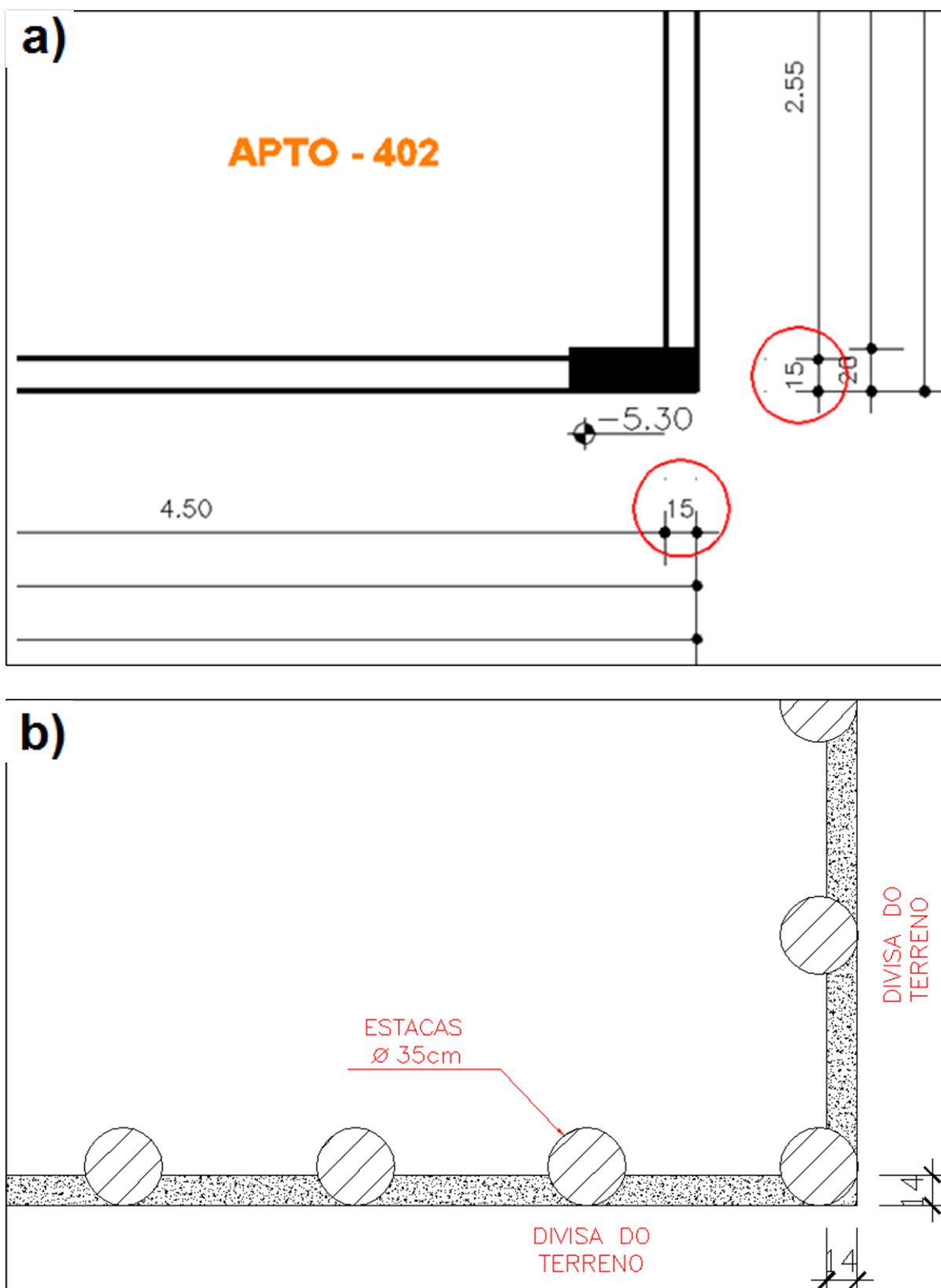


Figura 21 - Divisas do terreno e sua contenção periférica no subsolo: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural (repetição da figura 09, utilizada nos resultados e discussões, p. 42)
Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

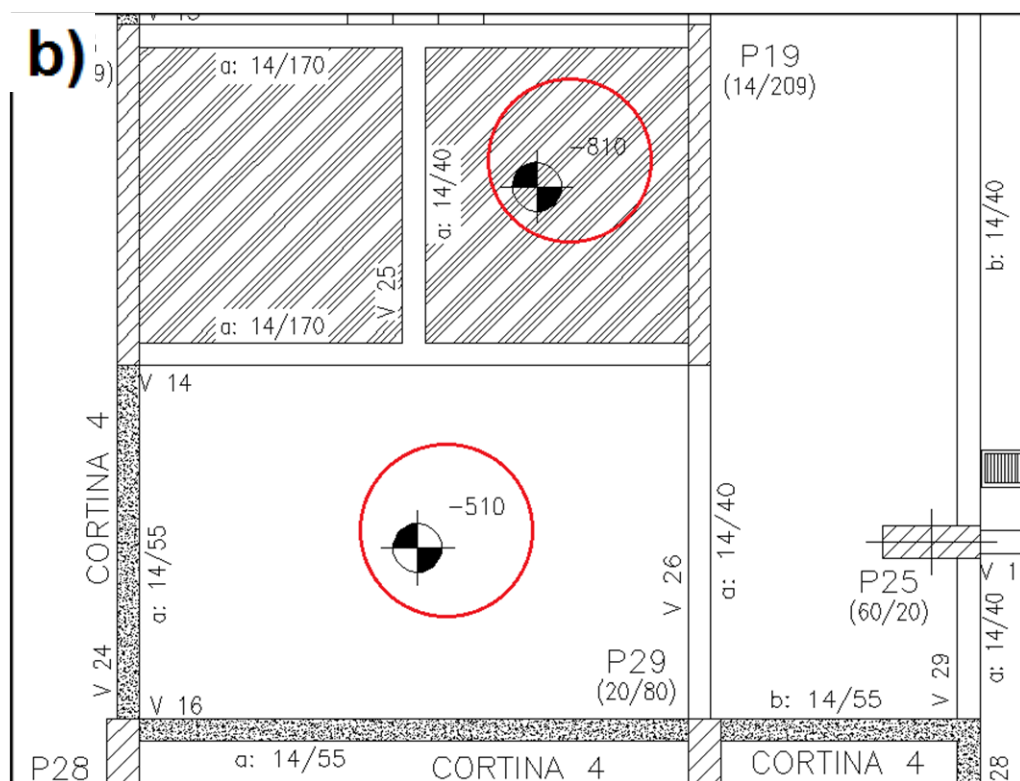
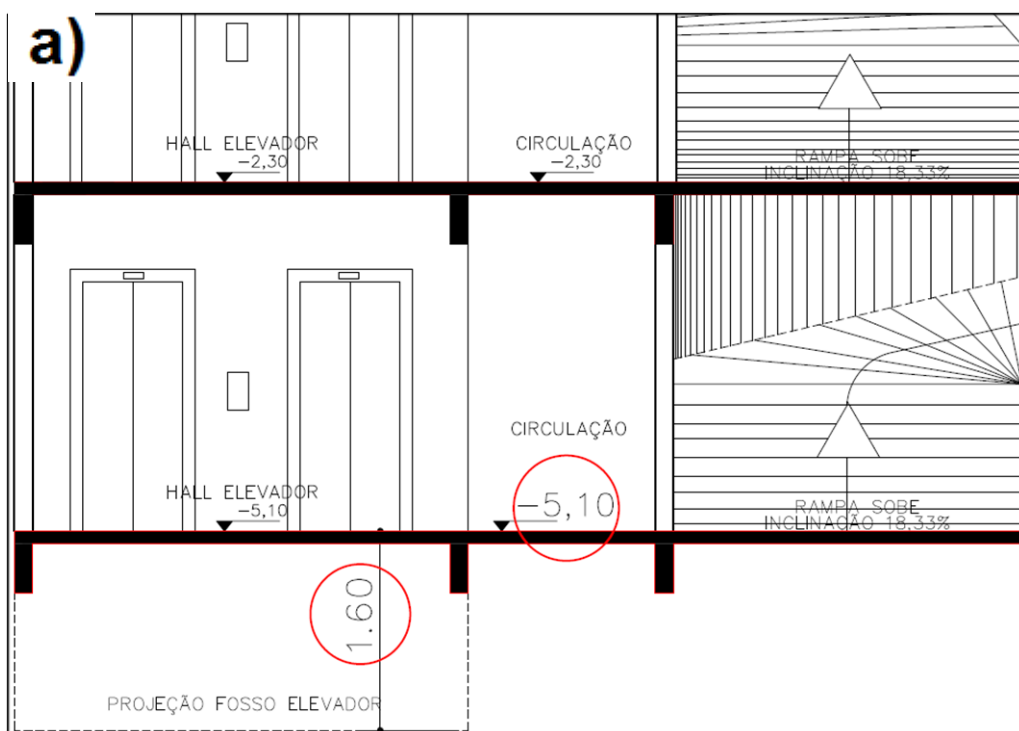


Figura 22 - Cota do poço dos elevadores em relação ao nível do subsolo 2: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

ANEXO B – Registros fotográficos das soluções adotadas na execução dos pavimentos subsolos 1 e 2



Figura 23 - Pilar 47 (seta indica a posição do pilar 47)



**Figura 24 – Cortina de estacas da contenção periférica do terreno ao fundo (repetição da figura 11, utilizada nos resultados e discussões, p. 45)
Fonte: Arquivo fornecido pela construtora.**



Figura 25 - Paredes dos subsolos lisas (sem estacas aparentes)



Figura 26 - Distância da estaca em relação à divisa do terreno (linha indica a projeção de uma estaca da contenção periférica do terreno) - (repetição da figura 12, utilizada nos resultados e discussões, p. 45)

Fonte: Arquivo fornecido pela construtora.



Figura 27 - Distância das estacas da contenção em relação à divisa do terreno (seta indica peças de madeira entra a estaca e o terreno vizinho)
Fonte: Arquivo fornecido pela construtora.

ANEXO C – Comparação entre projetos do pavimento térreo

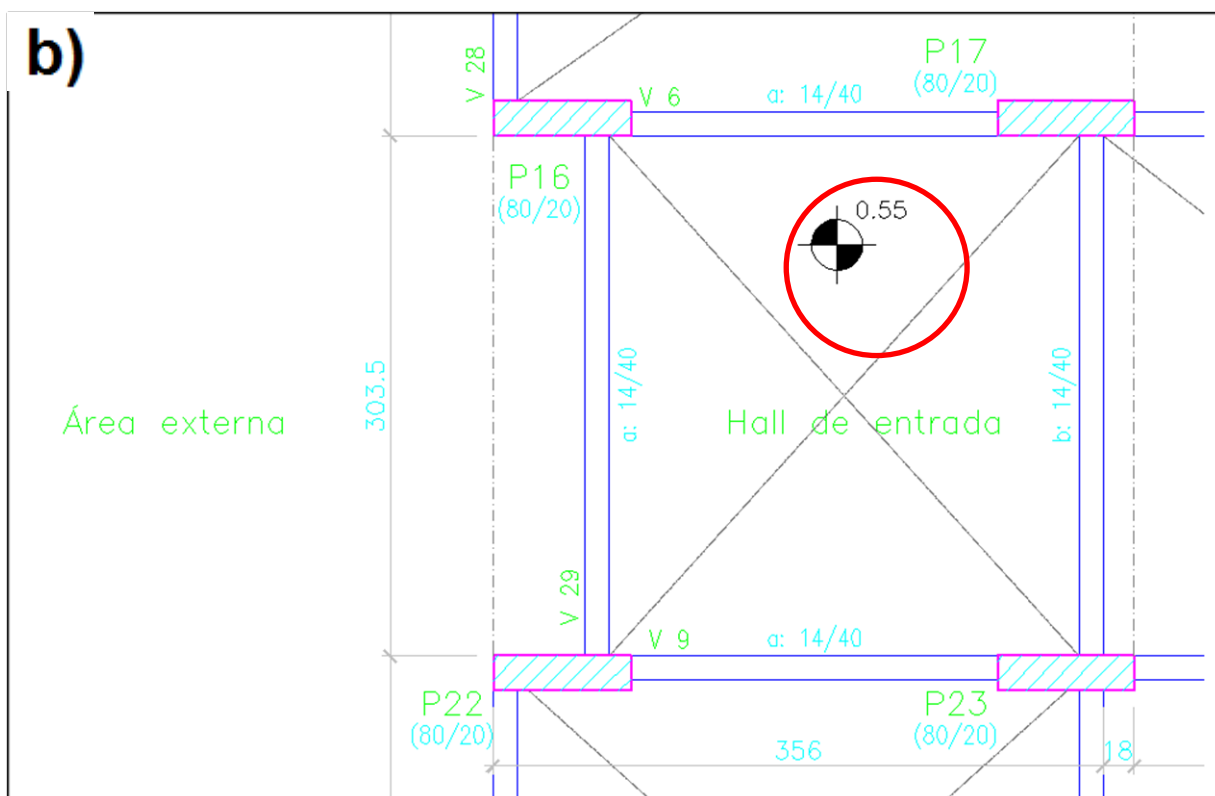


Figura 28 - Níveis do acesso principal do edifício: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

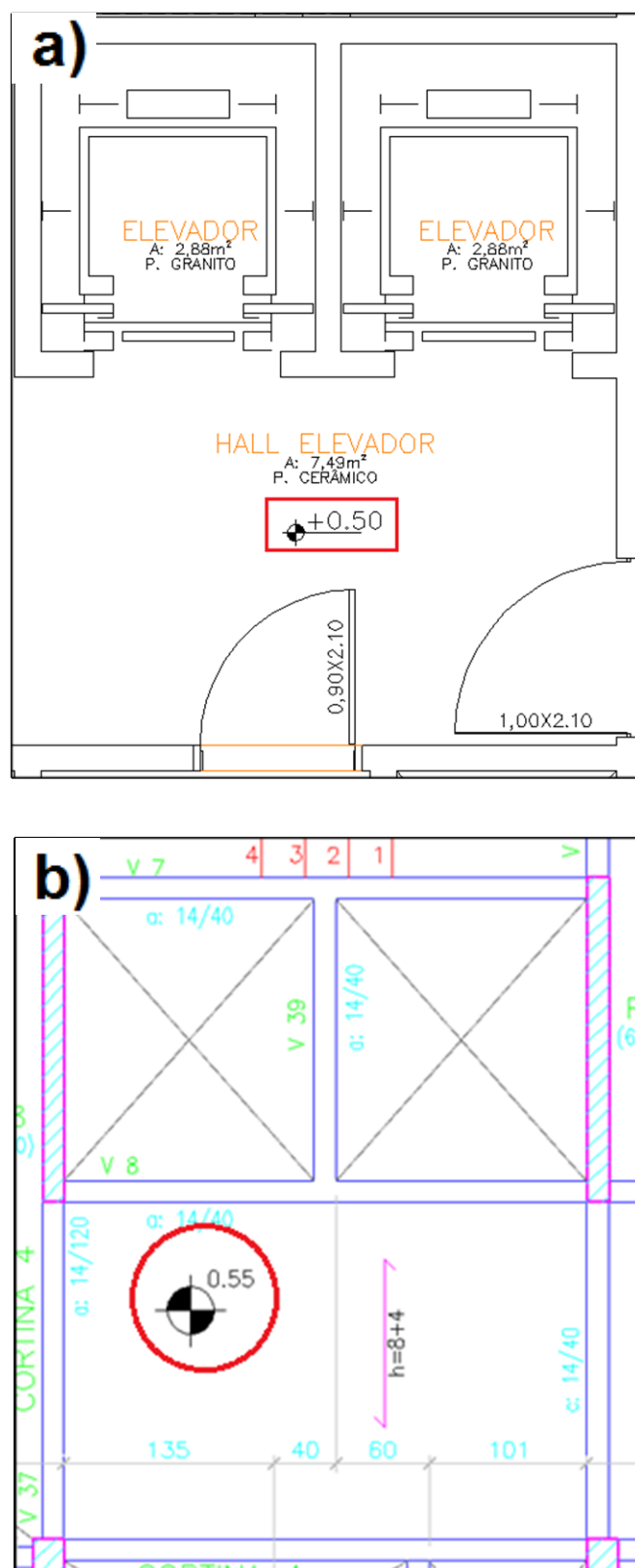


Figura 29 - Níveis do piso do hall dos elevadores do pavimento térreo: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

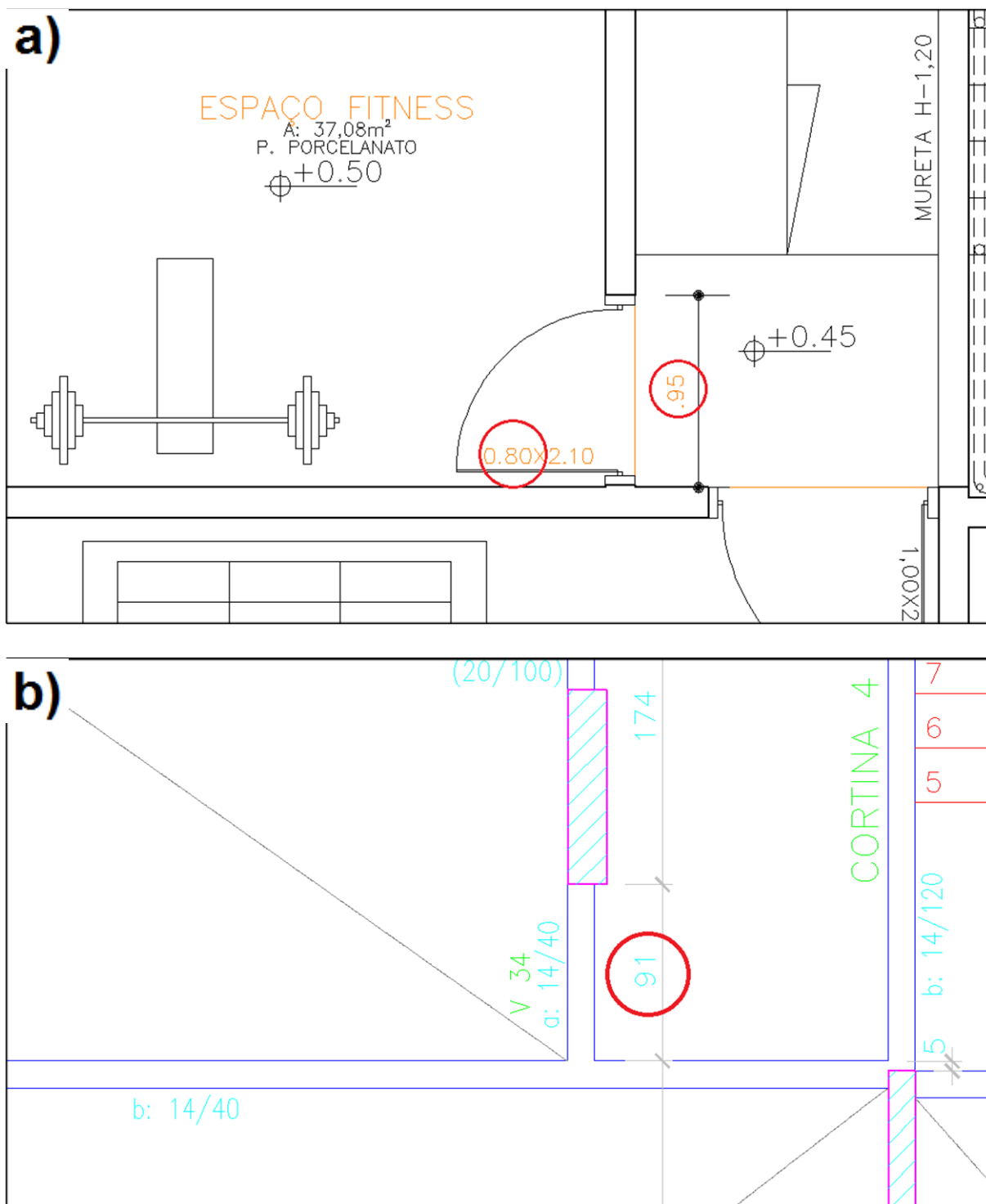


Figura 30 - Espaço para a porta do espaço fitness: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

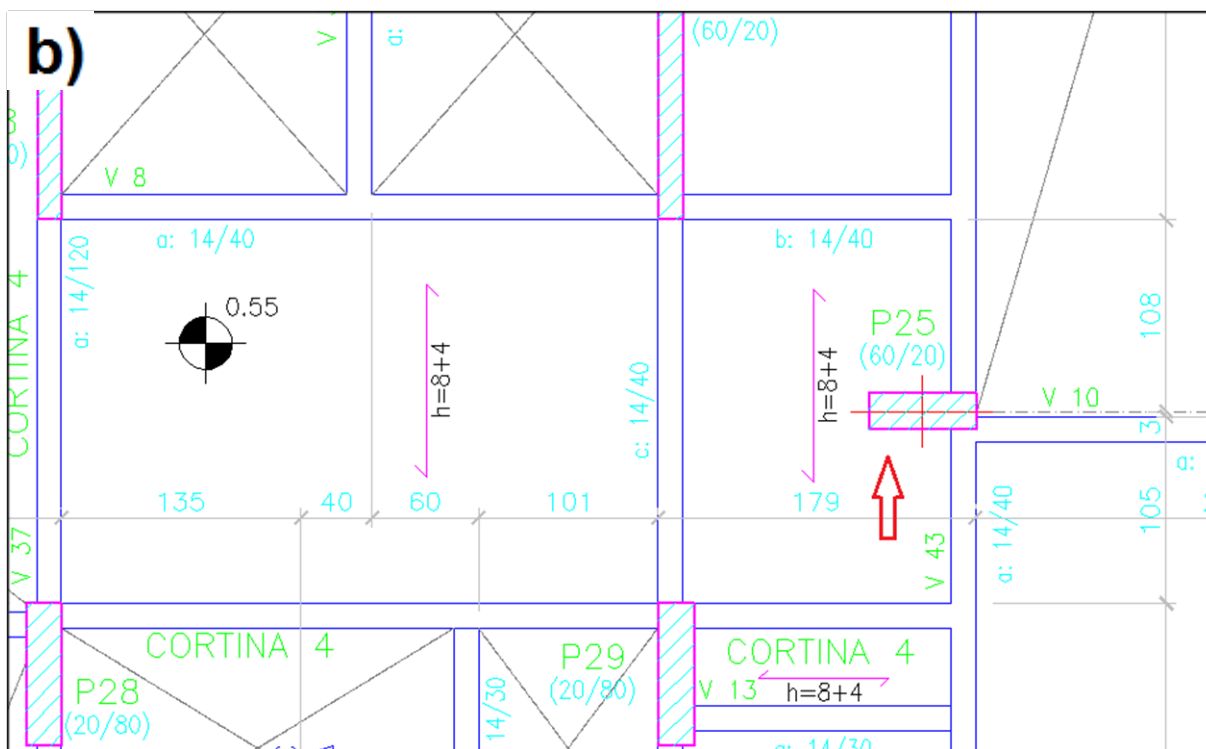
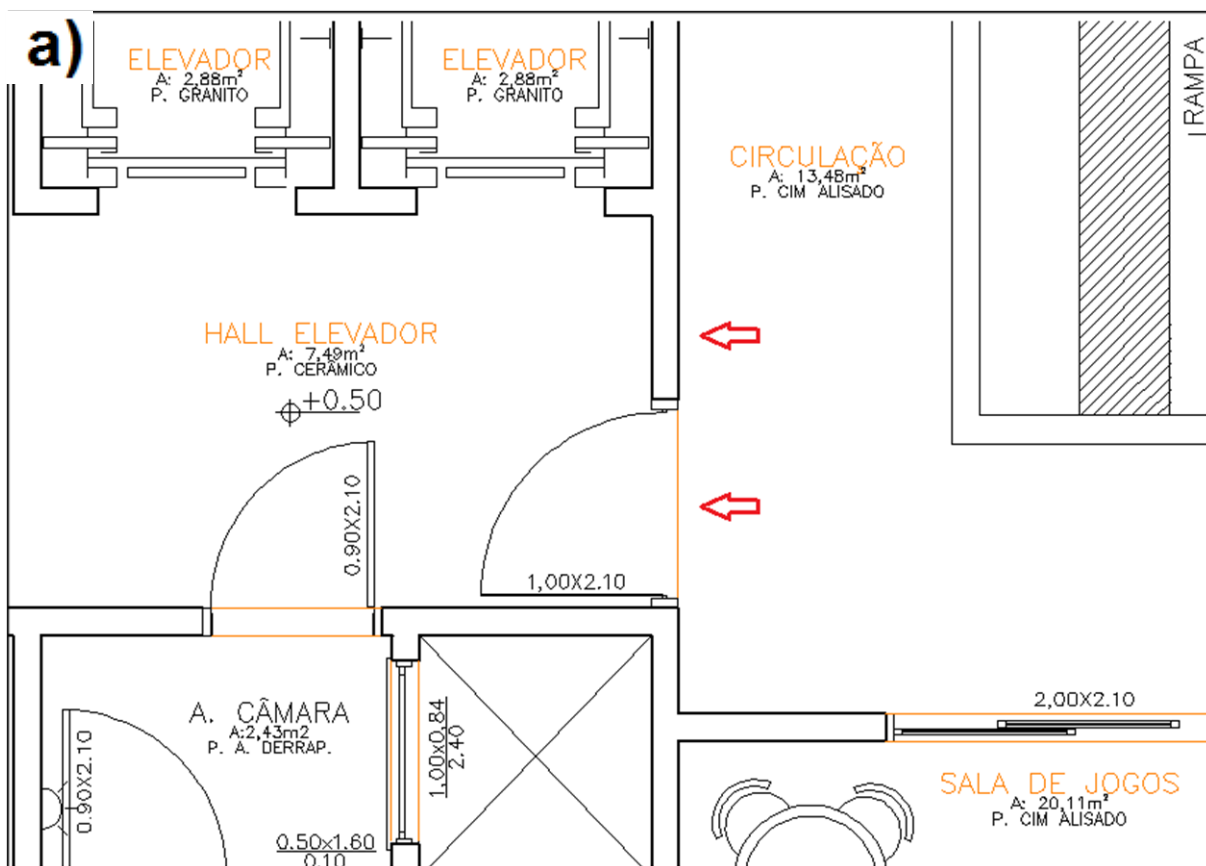


Figura 31 - Disposição do pilar 25 no pavimento térreo: a) projeto arquitetônico (a seta indica a posição da parede que foi retirada); b) projeto estrutural (seta indica o pilar 25)
 Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

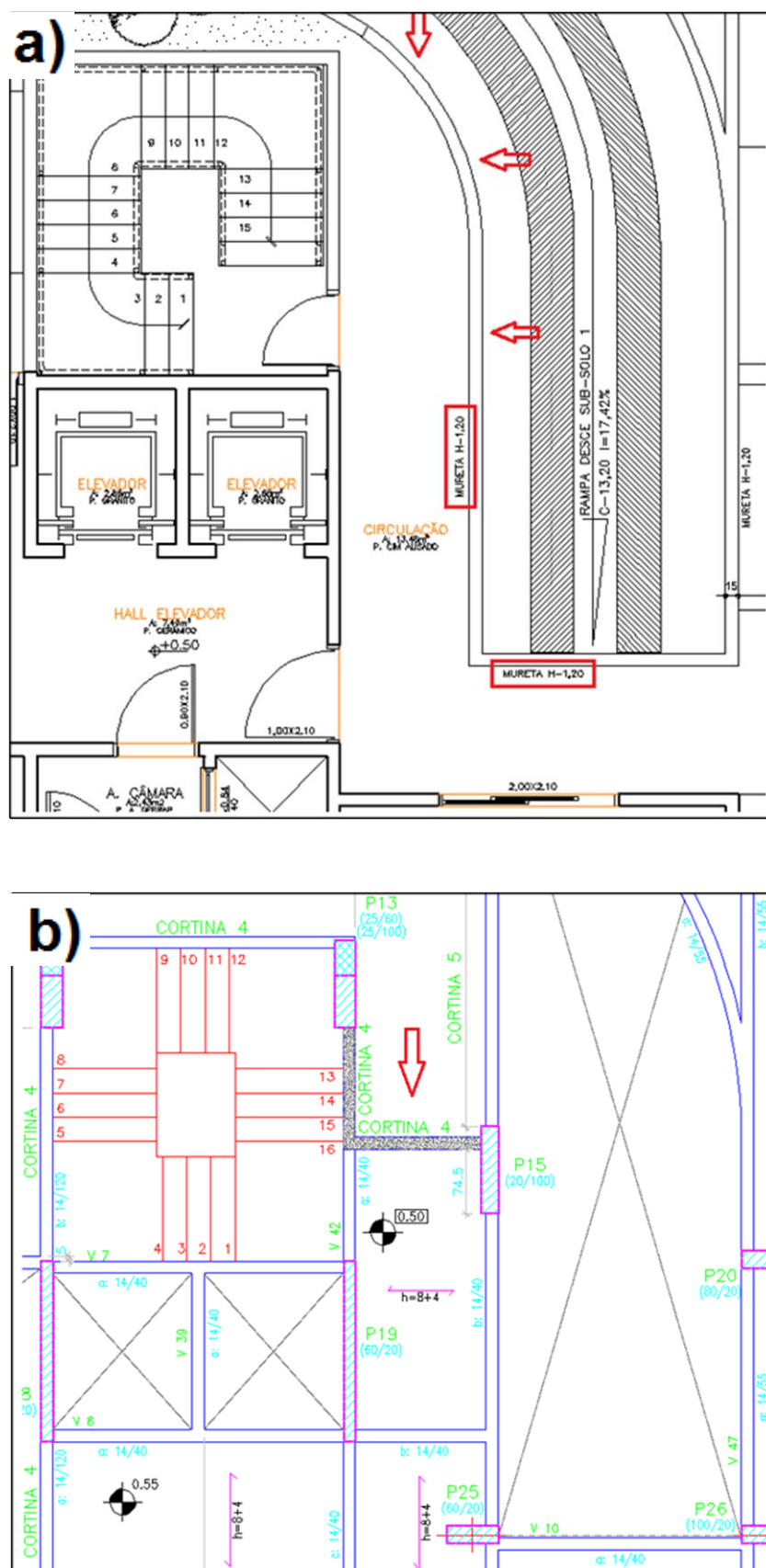


Figura 32 – Corredor de acesso à escadaria dos subsolos: a) projeto arquitetônico (setas indicam a mureta e o final do corredor); b) projeto estrutural (seta indica o final do corredor)

Fonte: Projetos fornecidos pela Construtora.

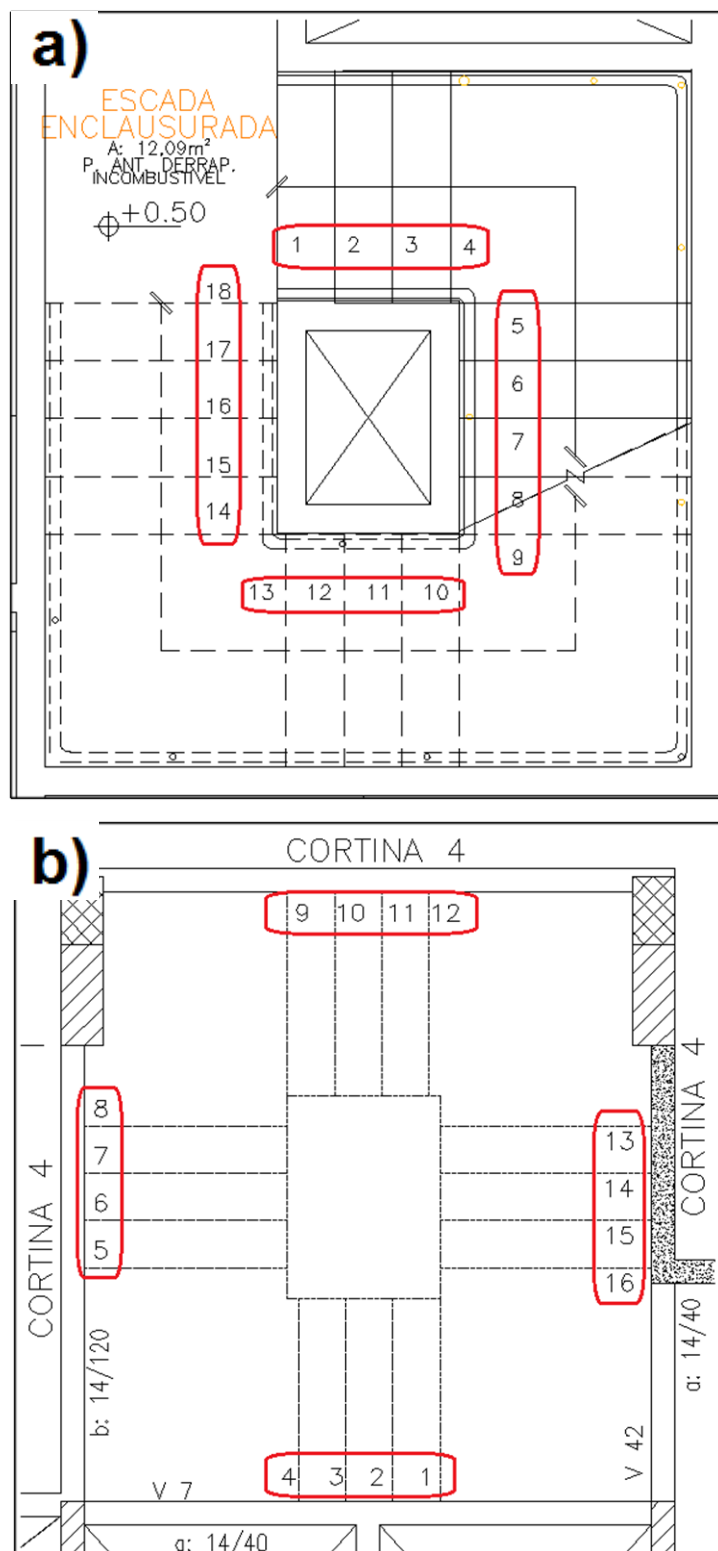


Figura 33 - Degraus da escada enclausurada do térreo para o tipo: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
 Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

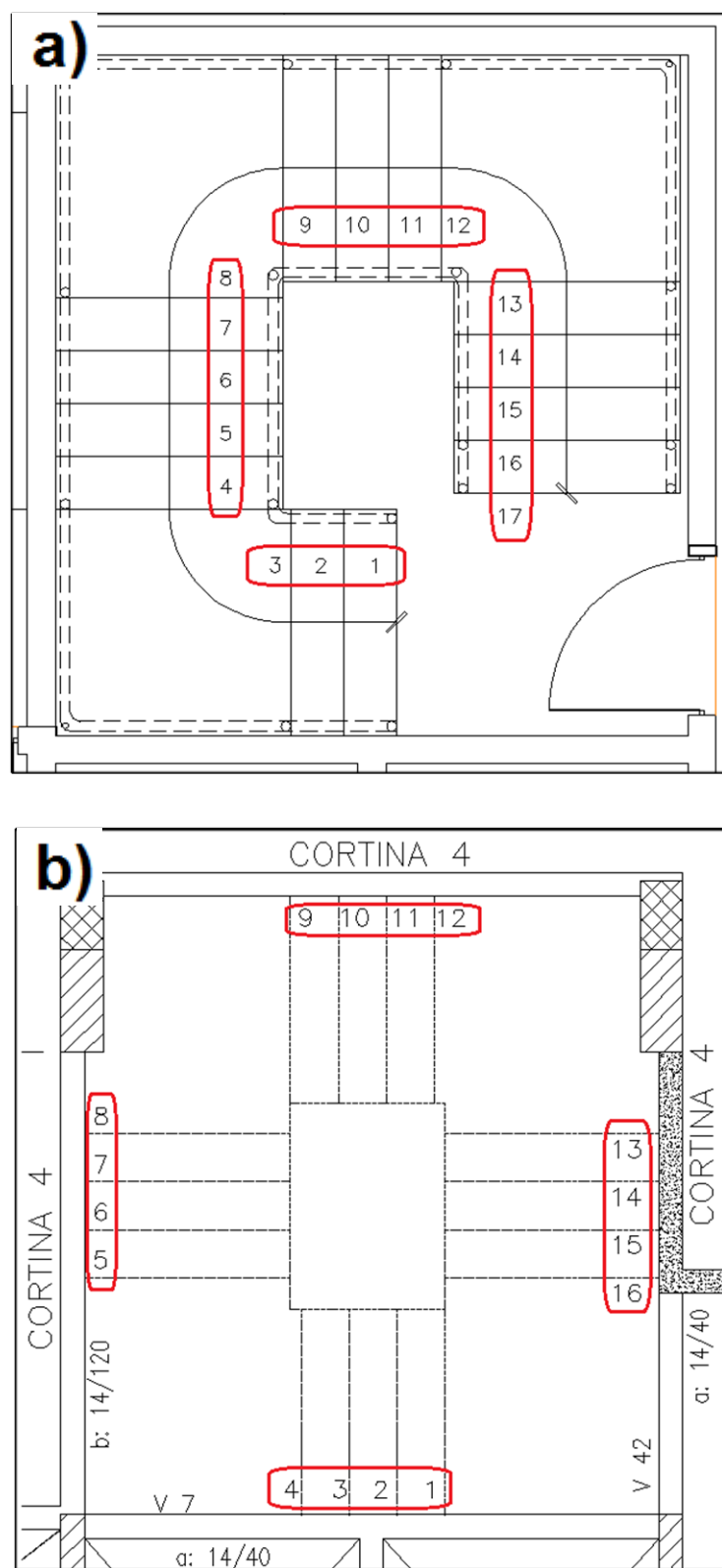


Figura 34 - Degraus da escada de acesso ao subsolo 1: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

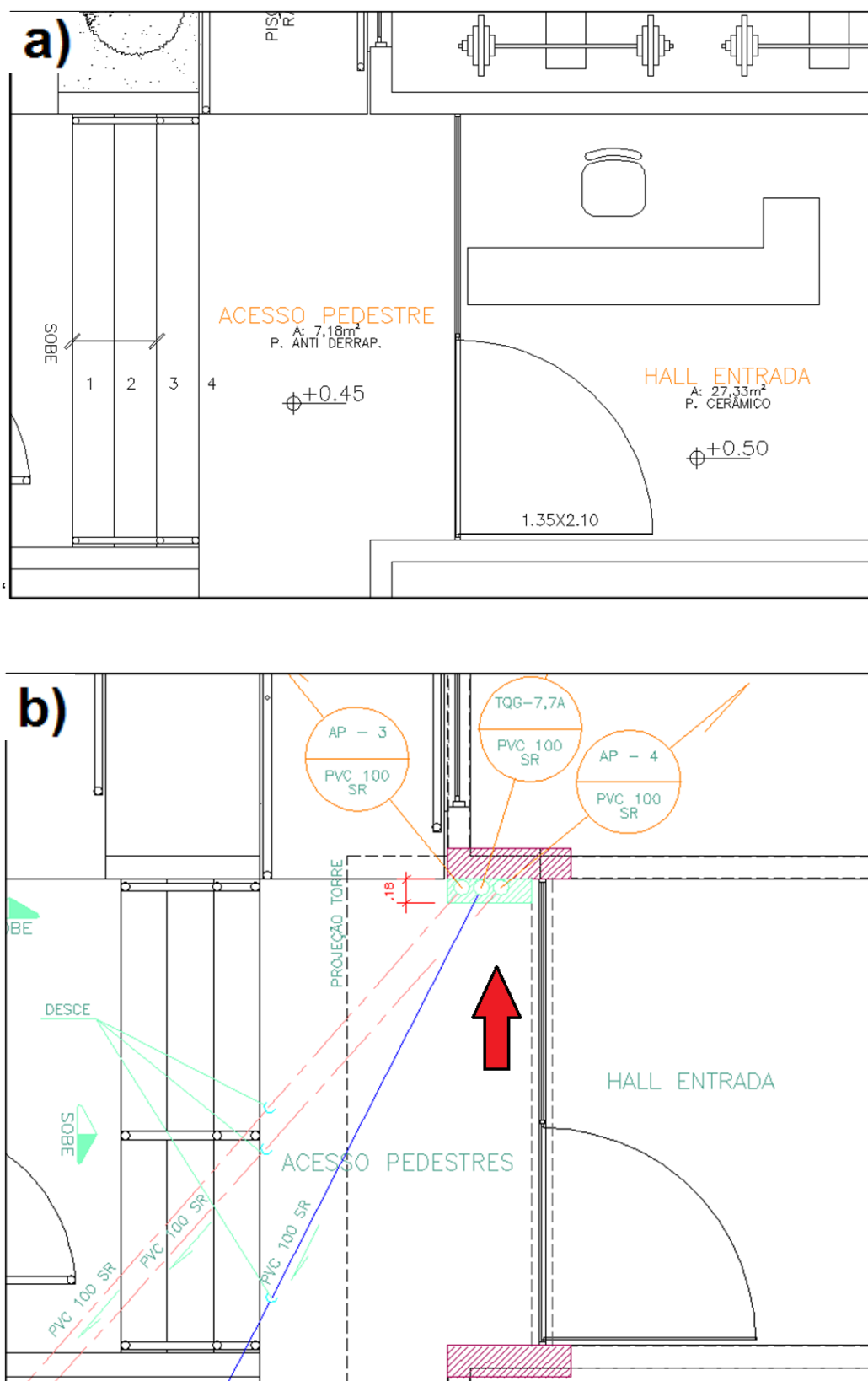


Figura 35 - Boneca na entrada principal do edifício: a) projeto arquitetônico; b) projeto hidrossanitário (seta indica boneca) – (repetição da figura 13, utilizada nos resultados e discussões, P. 49)

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

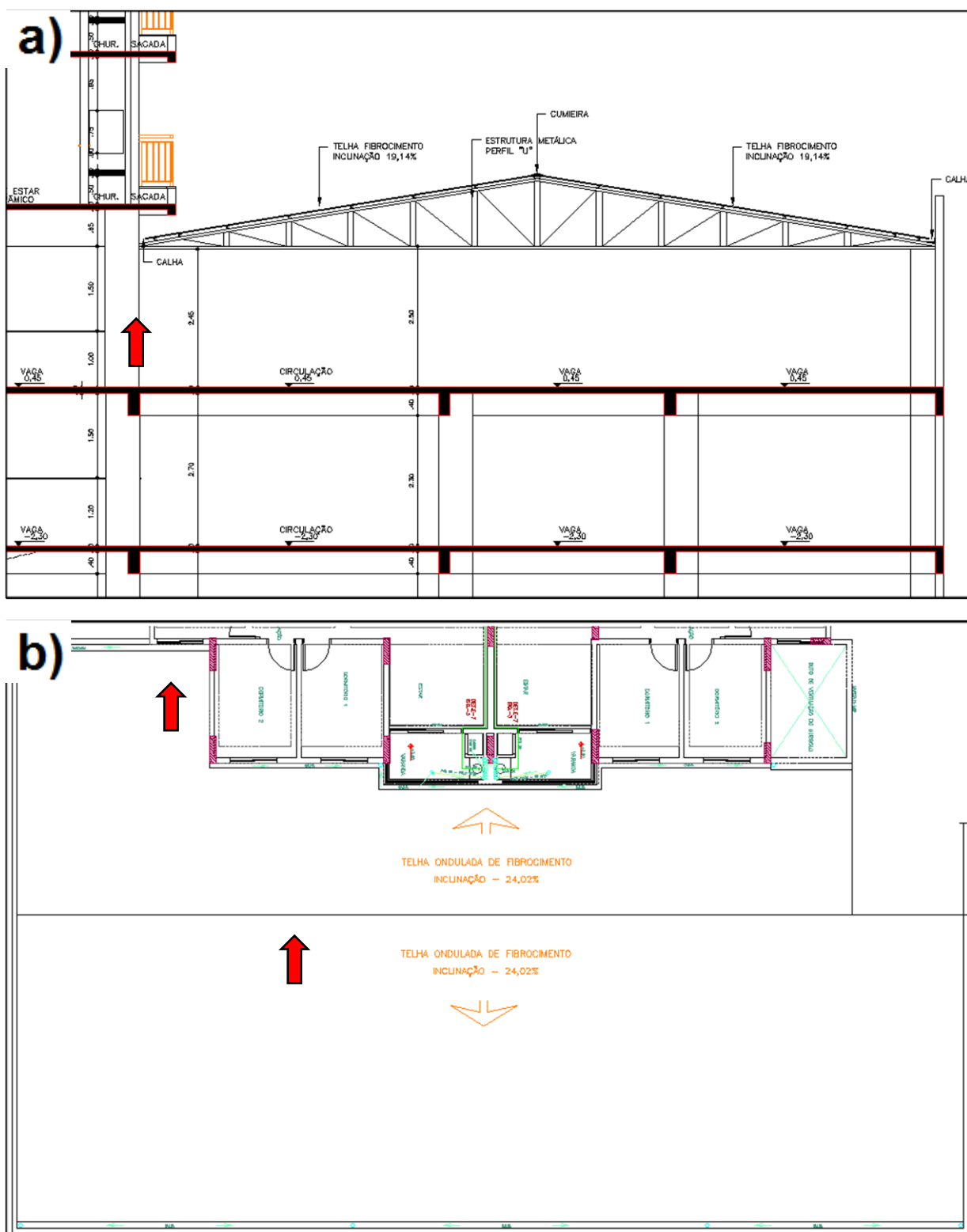


Figura 36 - Planos de cobertura da garagem do térreo: a) projeto arquitetônico (seta indica término do telhado debaixo das janelas do quartos 1 e 2); b) projeto hidrossanitário (setas indicam término da segunda água do telhado debaixo da janela da suíte e cumieira em posição diferente em relação ao projeto arquitetônico.)
 Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

ANEXO D - Registros fotográficos das soluções adotadas na execução do pavimento
térreo



Figura 37 - Degraus da entrada do edifício



Figura 38 - Nível do piso do hall dos elevadores no pavimento térreo (igual ao nível do hall de entrada do edifício)



Figura 39 - Porta do espaço fitness ao lado do pilar



Figura 40 - Vão deixado para a porta do espaço fitness.



Figura 41 - Hall dos elevadores e acessos (Seta indica começo da construção da parede que foi retirada para evitar estrangulamento do corredor)



Figura 42 – Hall dos elevadores e acessos (seta indica o pilar 25 no meio da circulação)



Figura 43 - Corredor de acesso à escadaria do subsolo



Figura 44 - Visão externa do corredor de acesso à escadaria do subsolo.

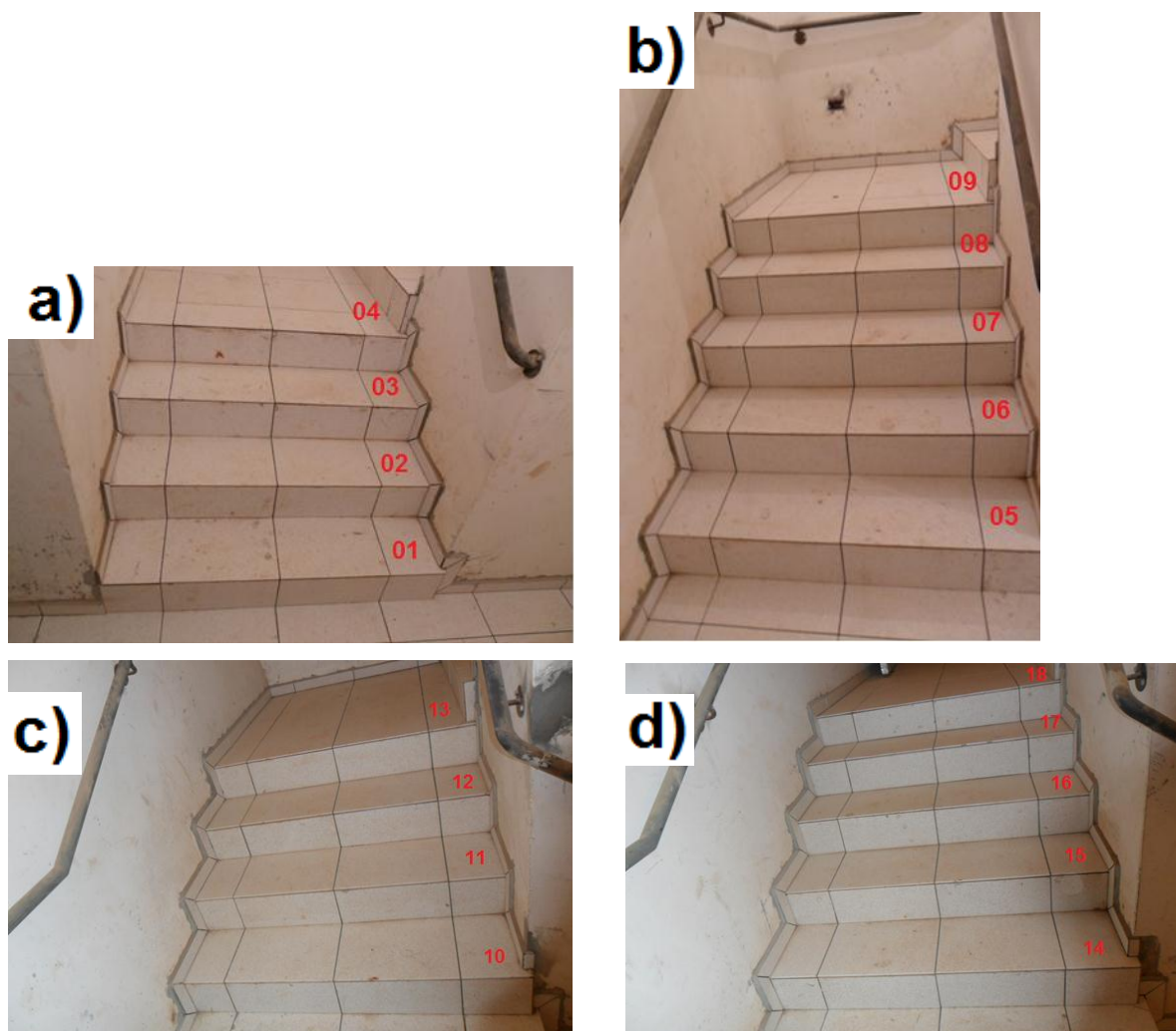


Figura 45 - Lances da escada do térreo de acesso aos pavimentos tipo: a) lance 1; b) lance 2; c) lance 3; d) lance 4

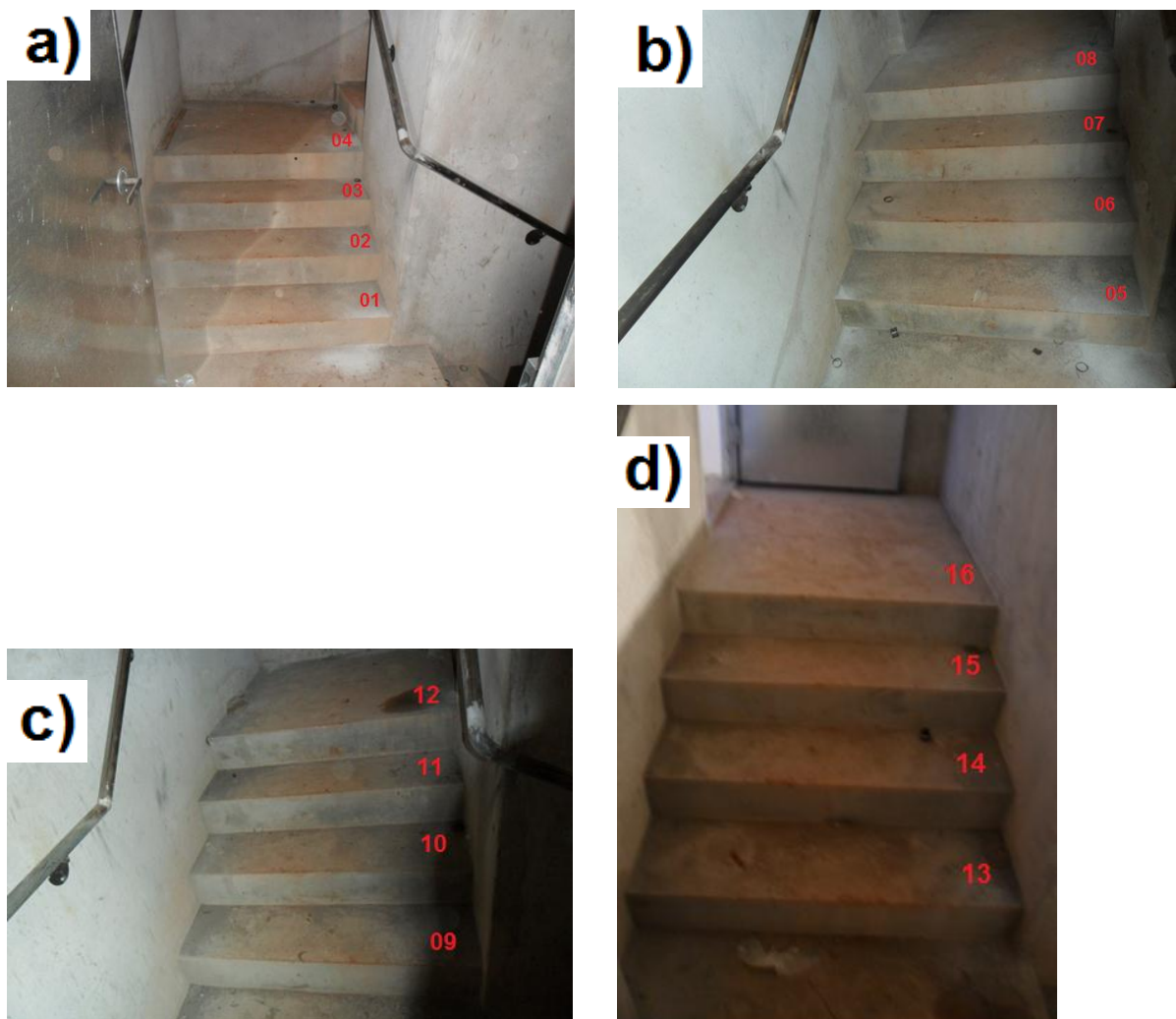


Figura 46 - Lances da escada do térreo de acesso aos subsolos: a) lance 1; b) lance 2; c) lance 3; d) lance 4



Figura 47 - Boneca na entrada do edifício para esconder tubulações hidrossanitárias



Figura 48 - Boneca na parede oposta à boneca hidráulica



Figura 49 - Bonecas na entrada do hall vistas pelo lado de dentro (repetição da figura 14, utilizada nos resultados e discussões, p. 51)



Figura 50 - Divisão de águas do telhado do estacionamento do pavimento térreo (seta indica final da segunda água alinhada às janelas dos quartos 1 e 2)

ANEXO E – Comparações entre projetos do pavimento tipo

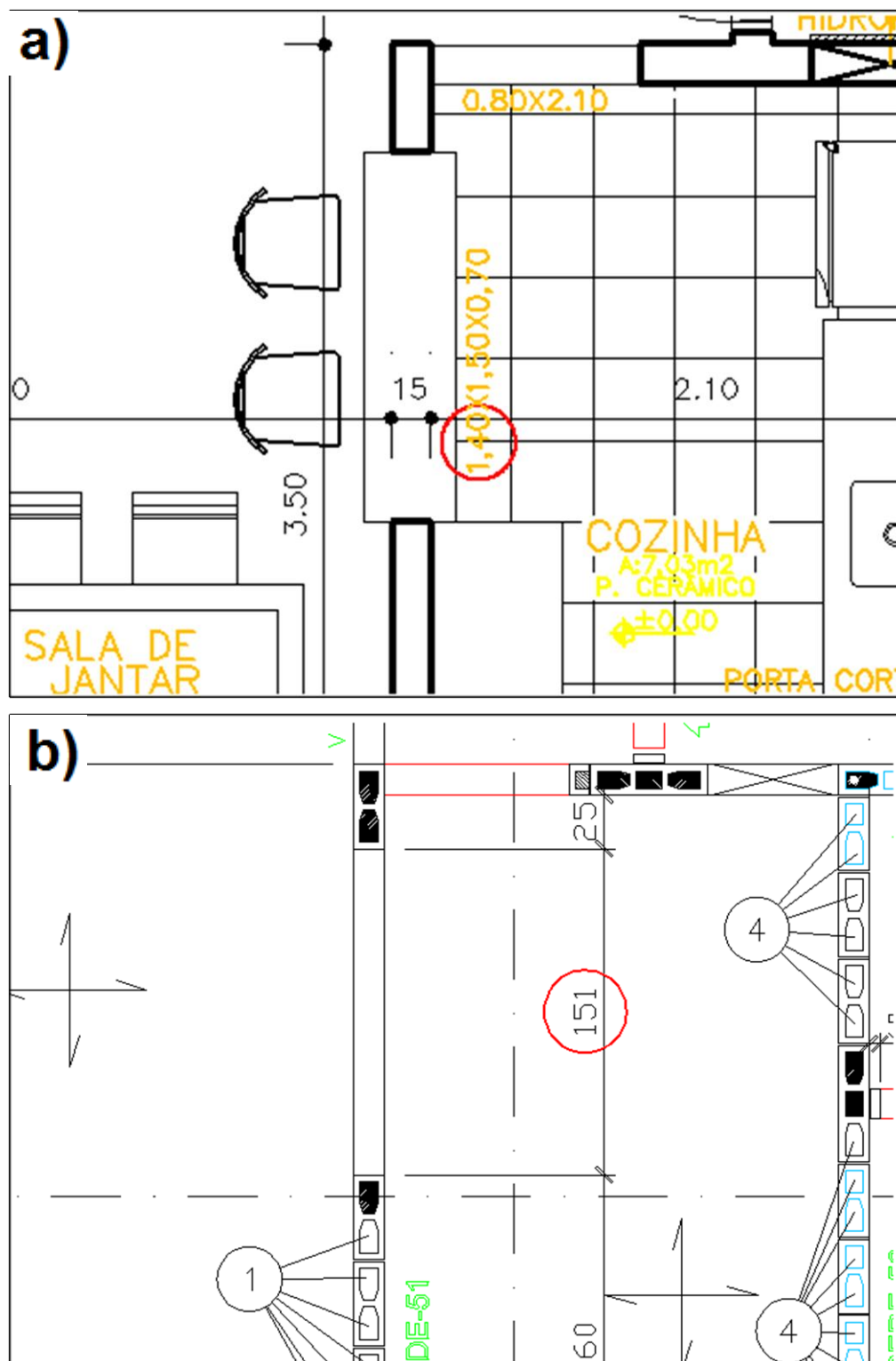


Figura 51 - Dimensão do passa-prato dos apartamentos: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

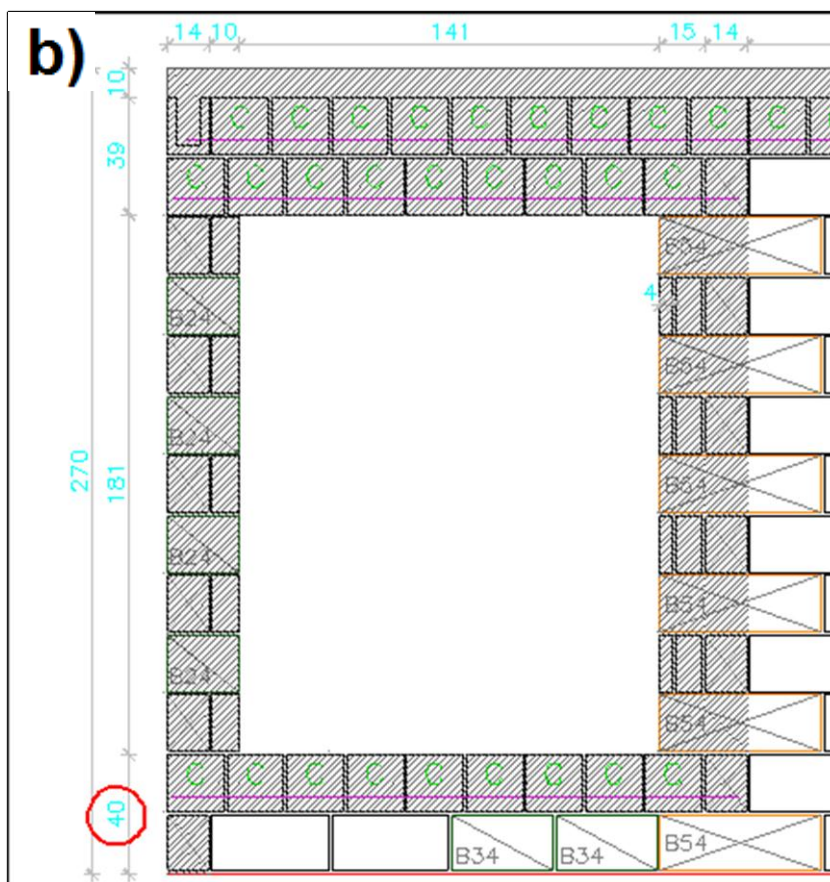
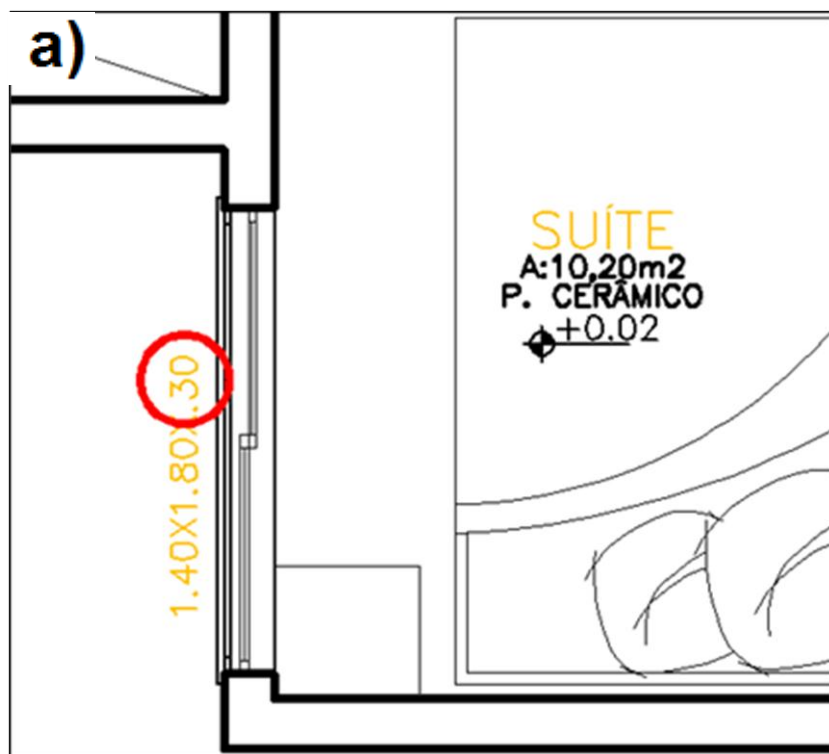


Figura 52 - Alturas do peitoril da janela da suíte: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

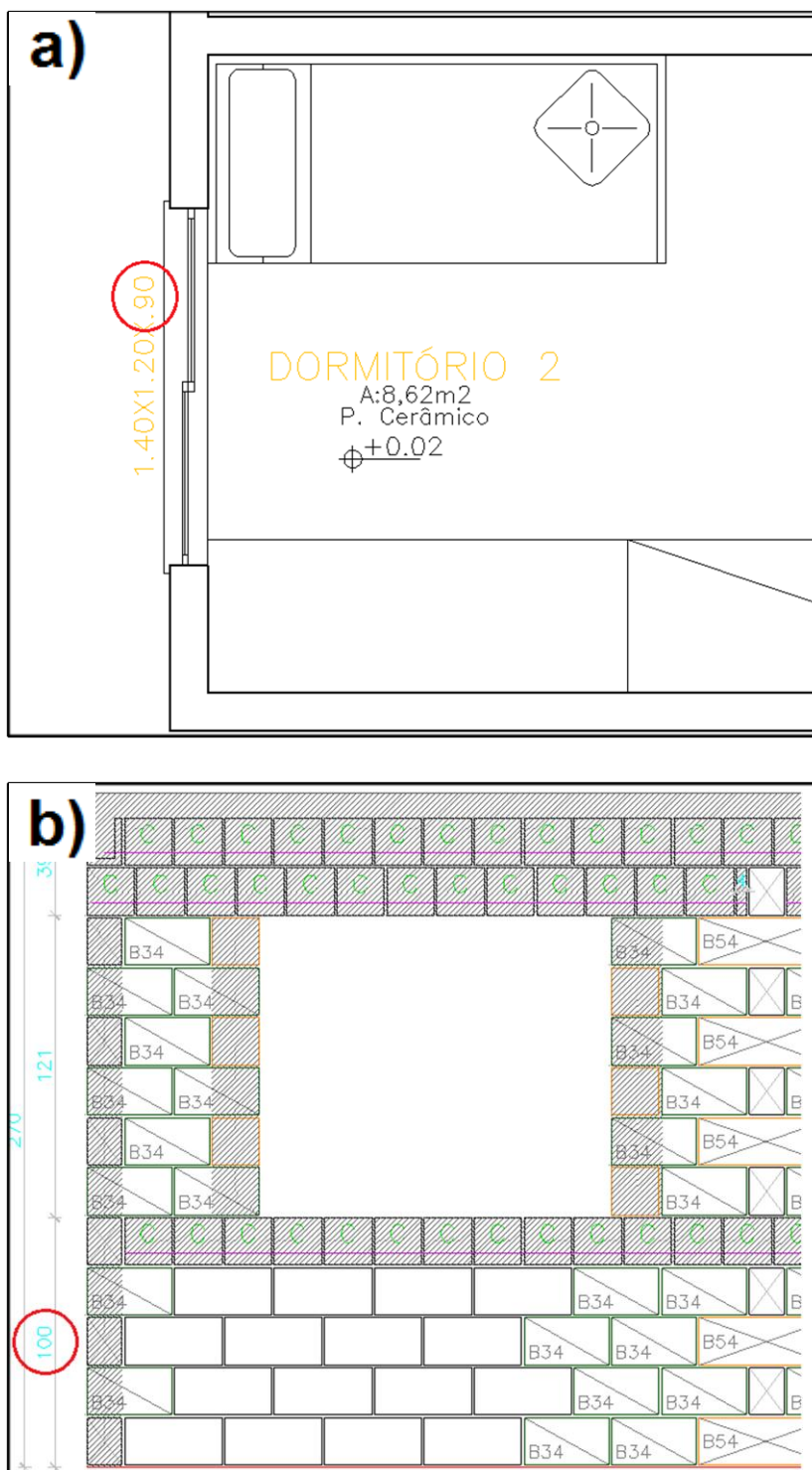


Figura 53 - Figura do peitoril da janela dos quartos 1 e 2: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

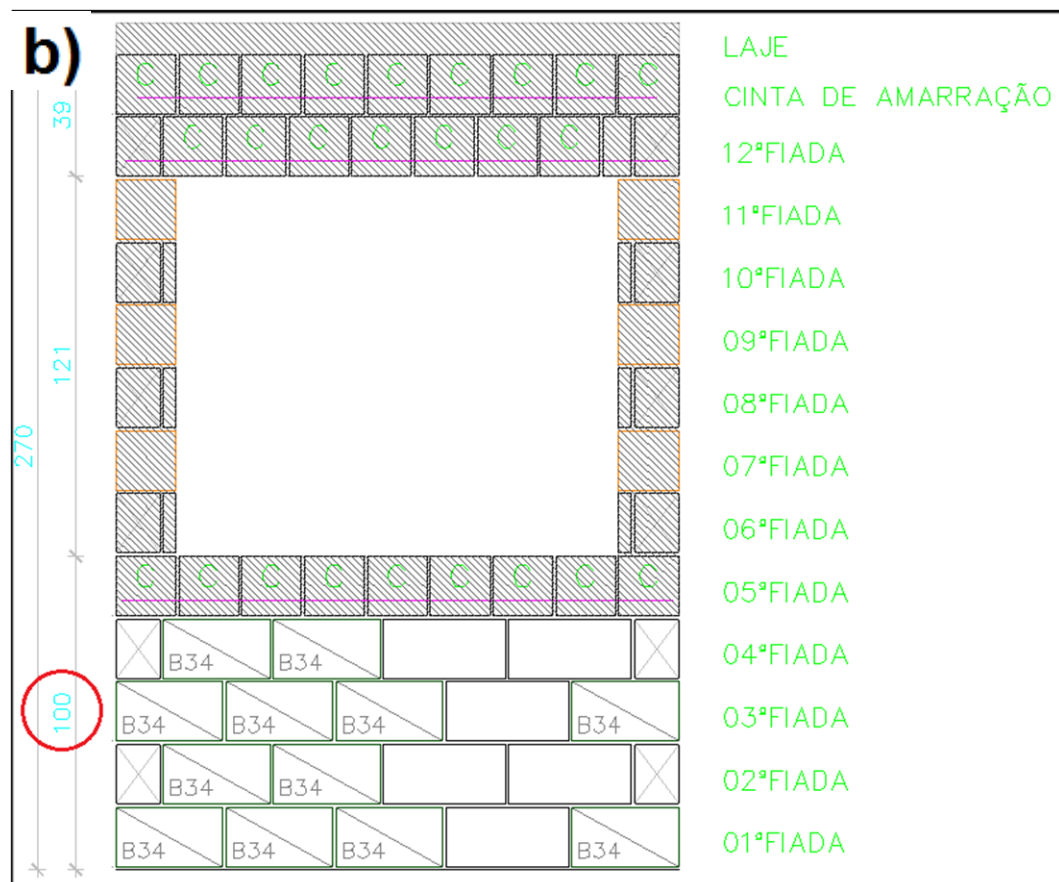
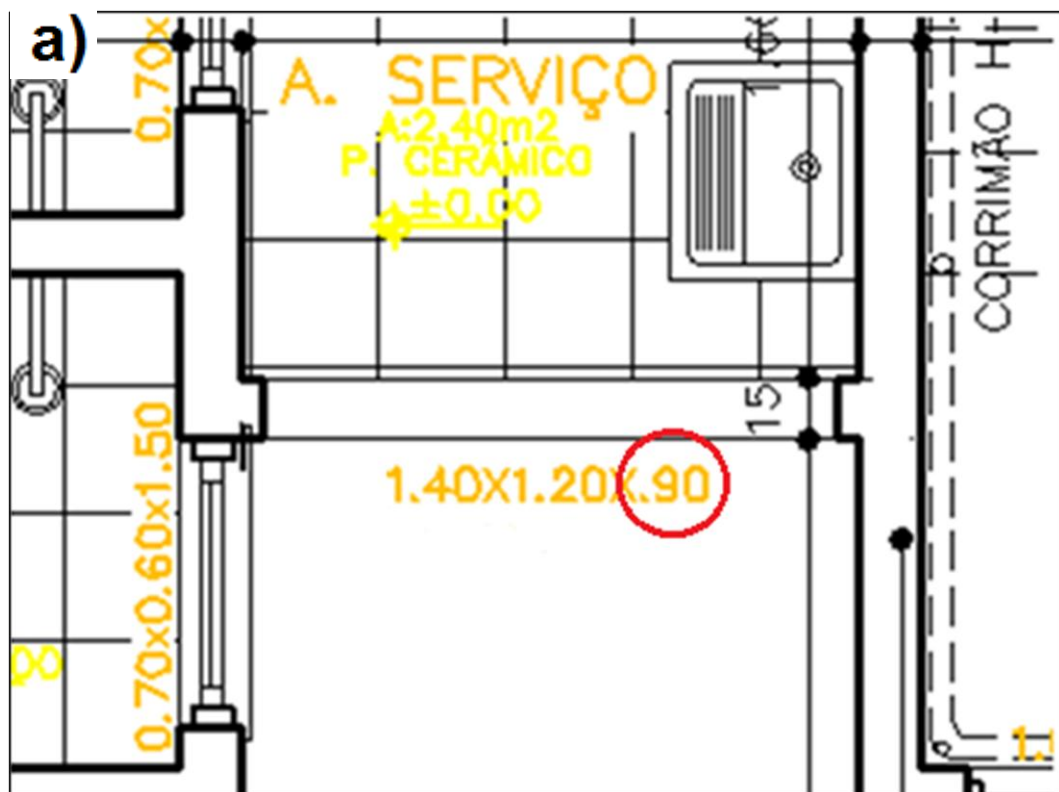


Figura 54 - Altura do peitoril da janela da área de serviço: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

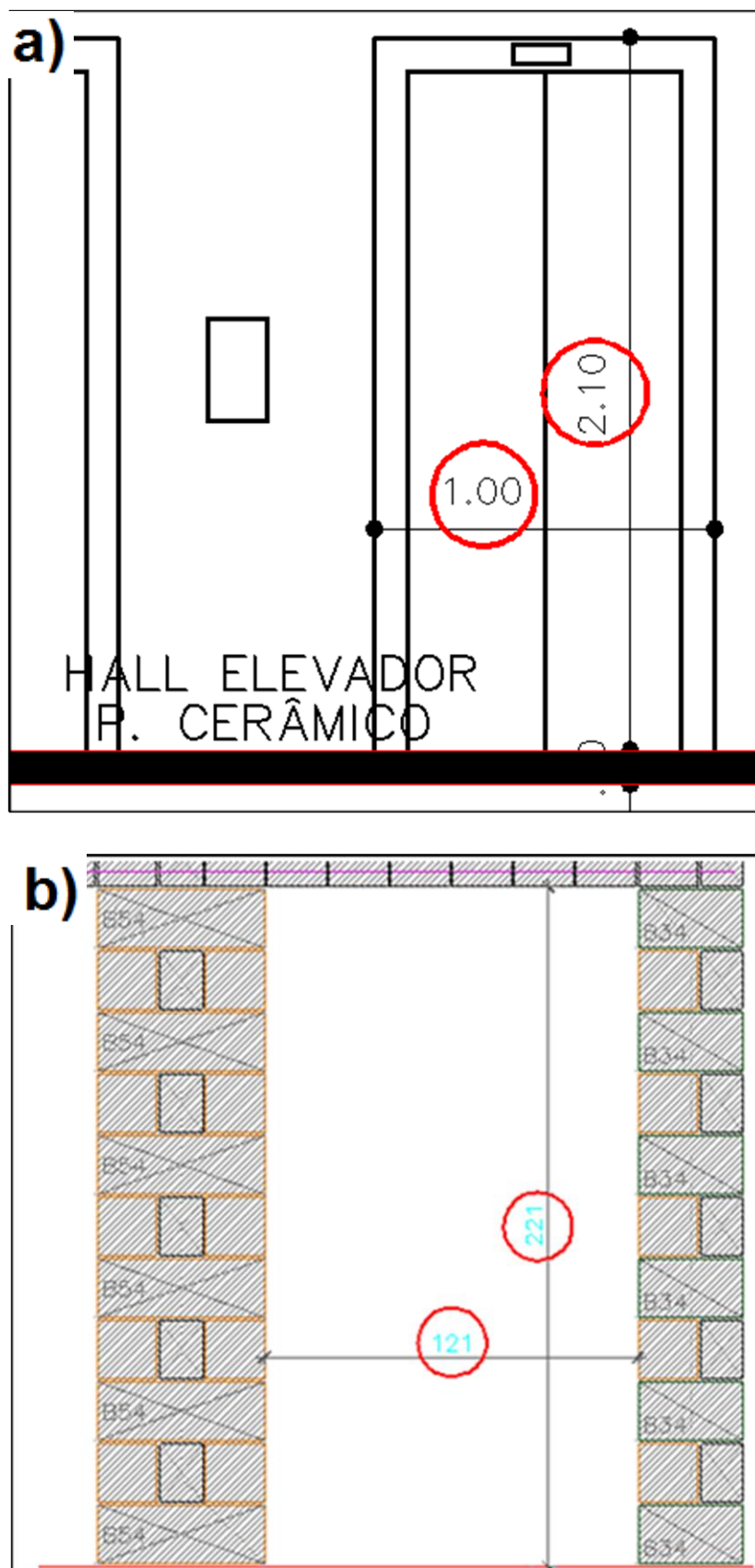


Figura 55 - Dimensões das portas dos elevadores: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

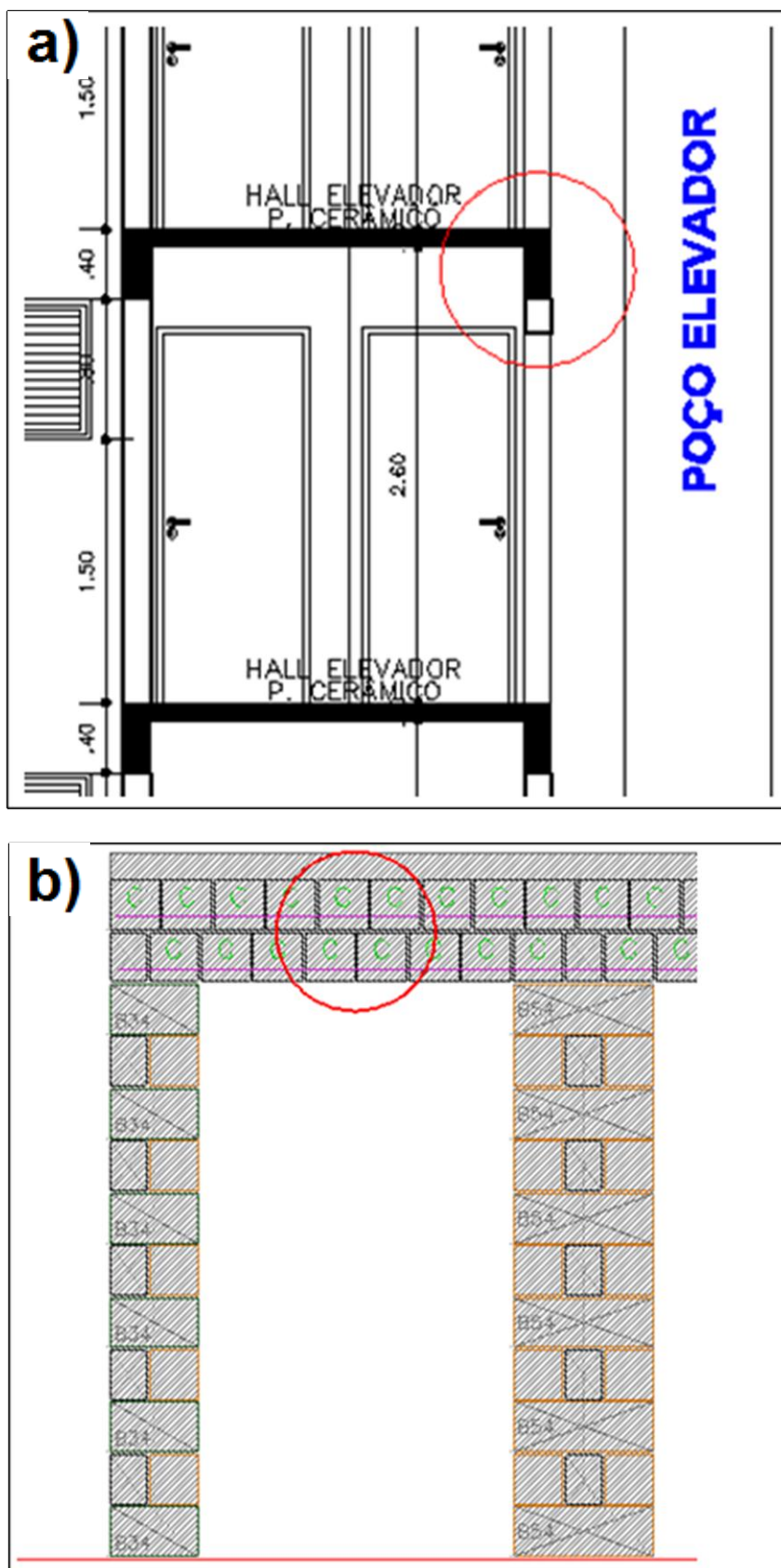


Figura 56 - Estrutura definida para a parte de cima da porta dos elevadores: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
 Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

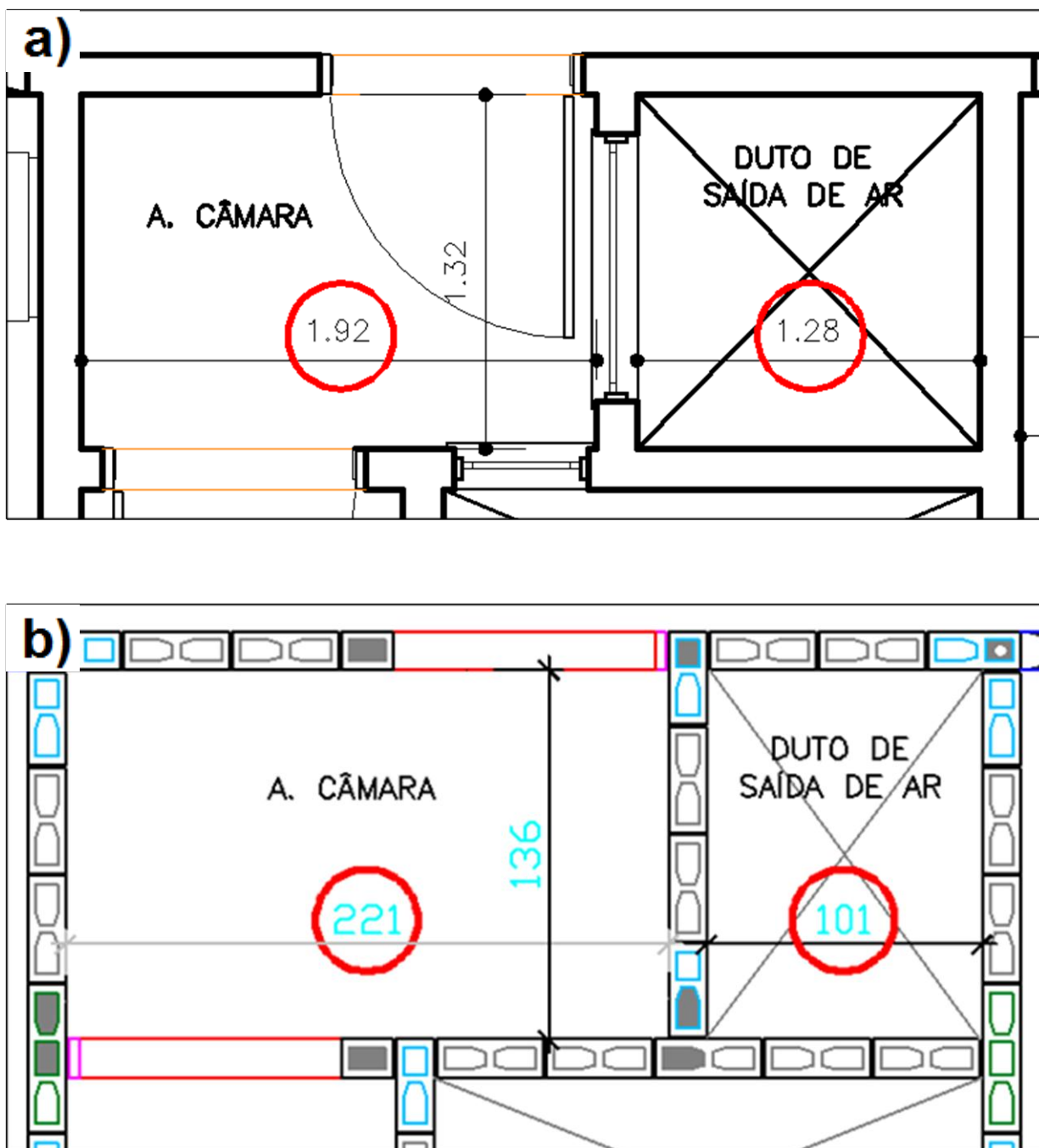


Figura 57 - Dimensões da antecâmara e do duto de saída de ar: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

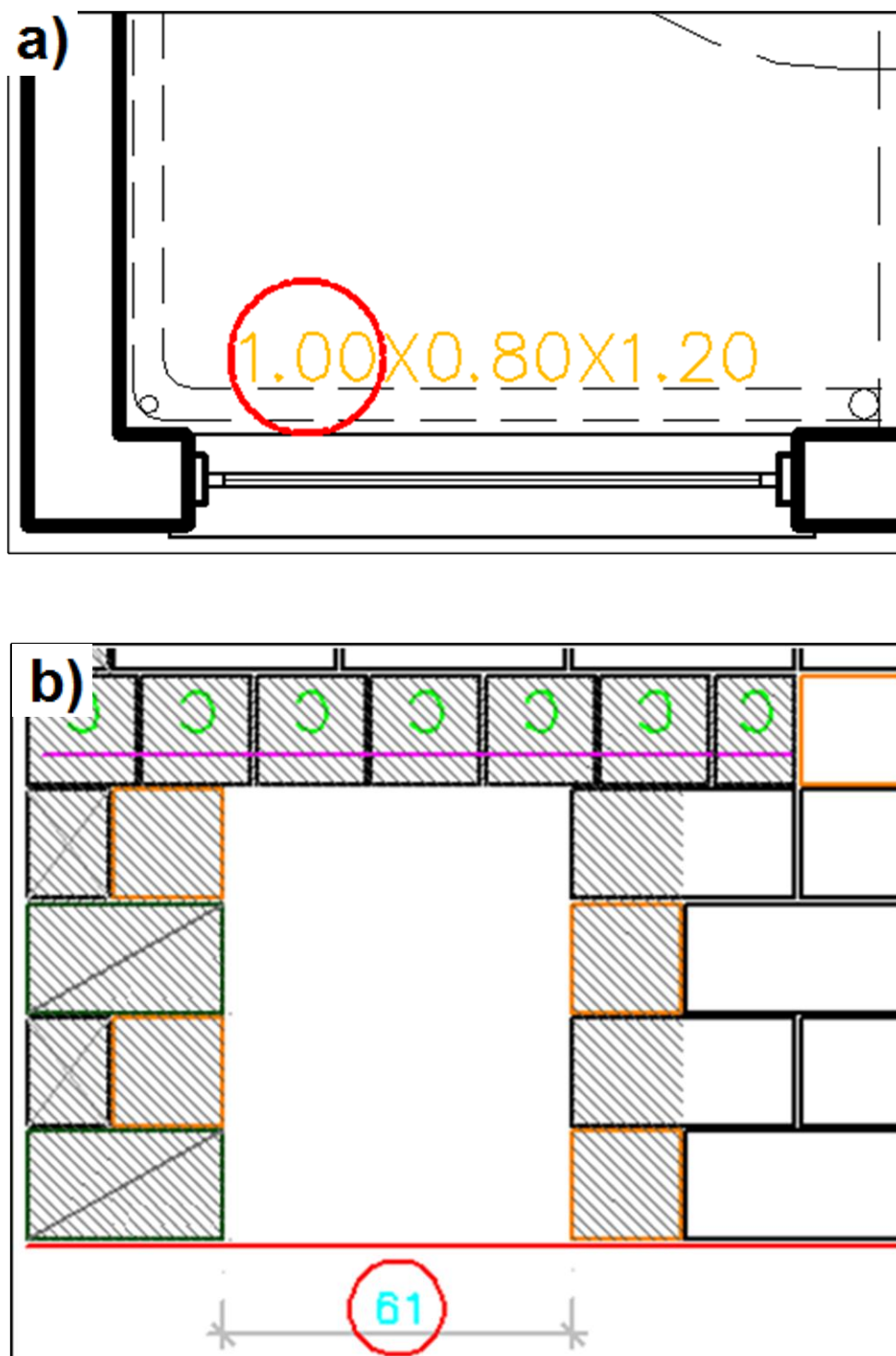


Figura 58 - Largura da janela da escada enclausurada: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

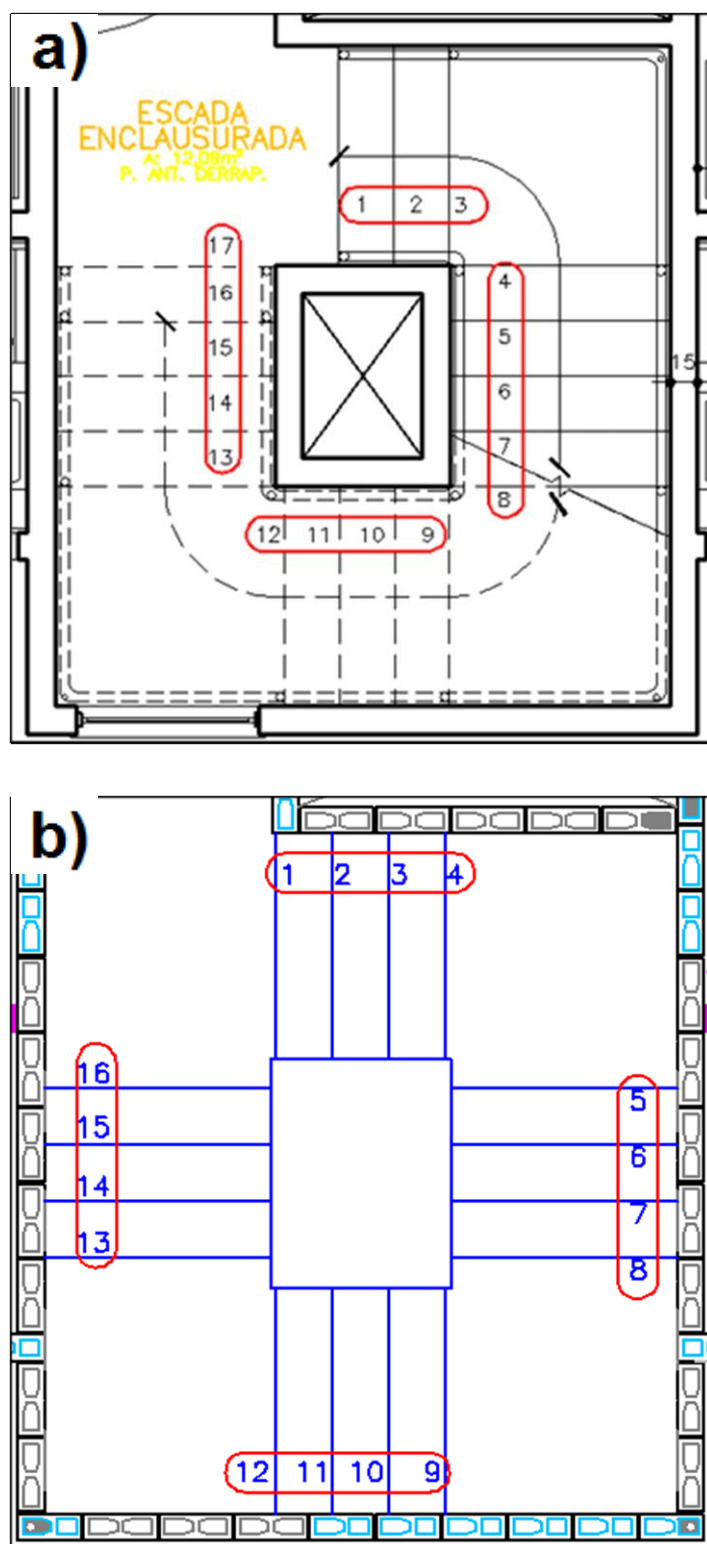


Figura 59 - Degraus da escada enclausurada no pavimento tipo: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

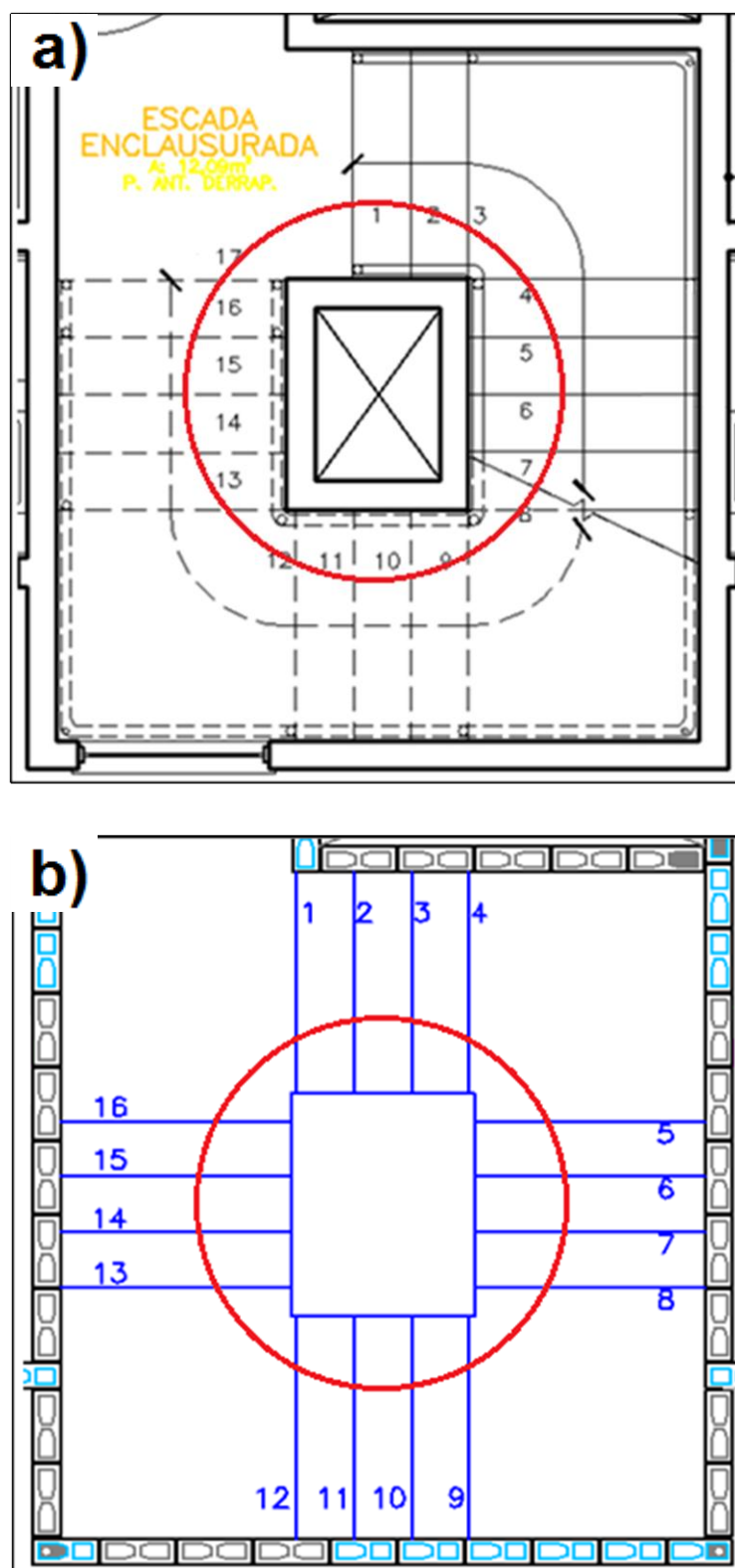


Figura 60 - Paredes no centro da escada enclausurada: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

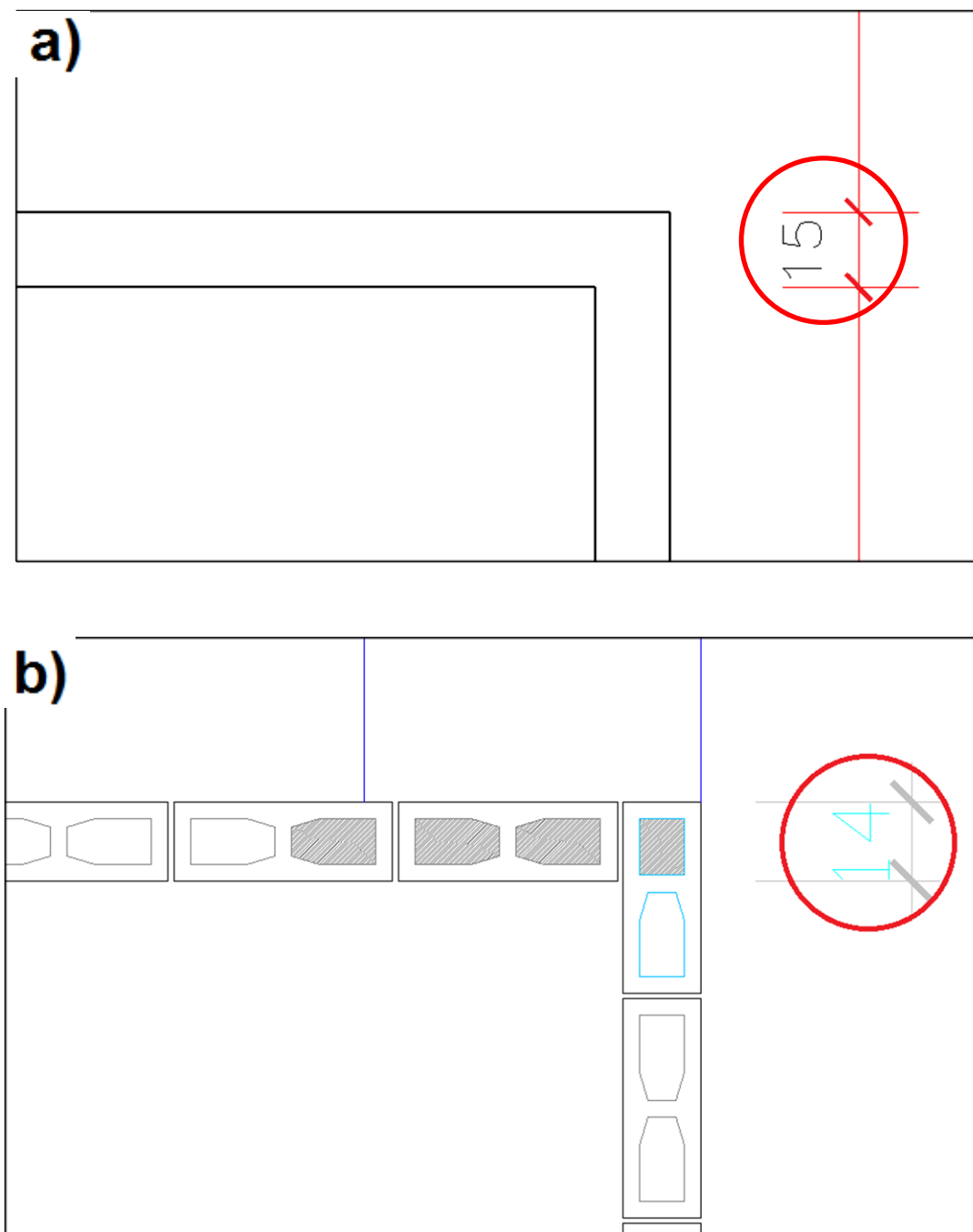


Figura 61 - Largura das paredes: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

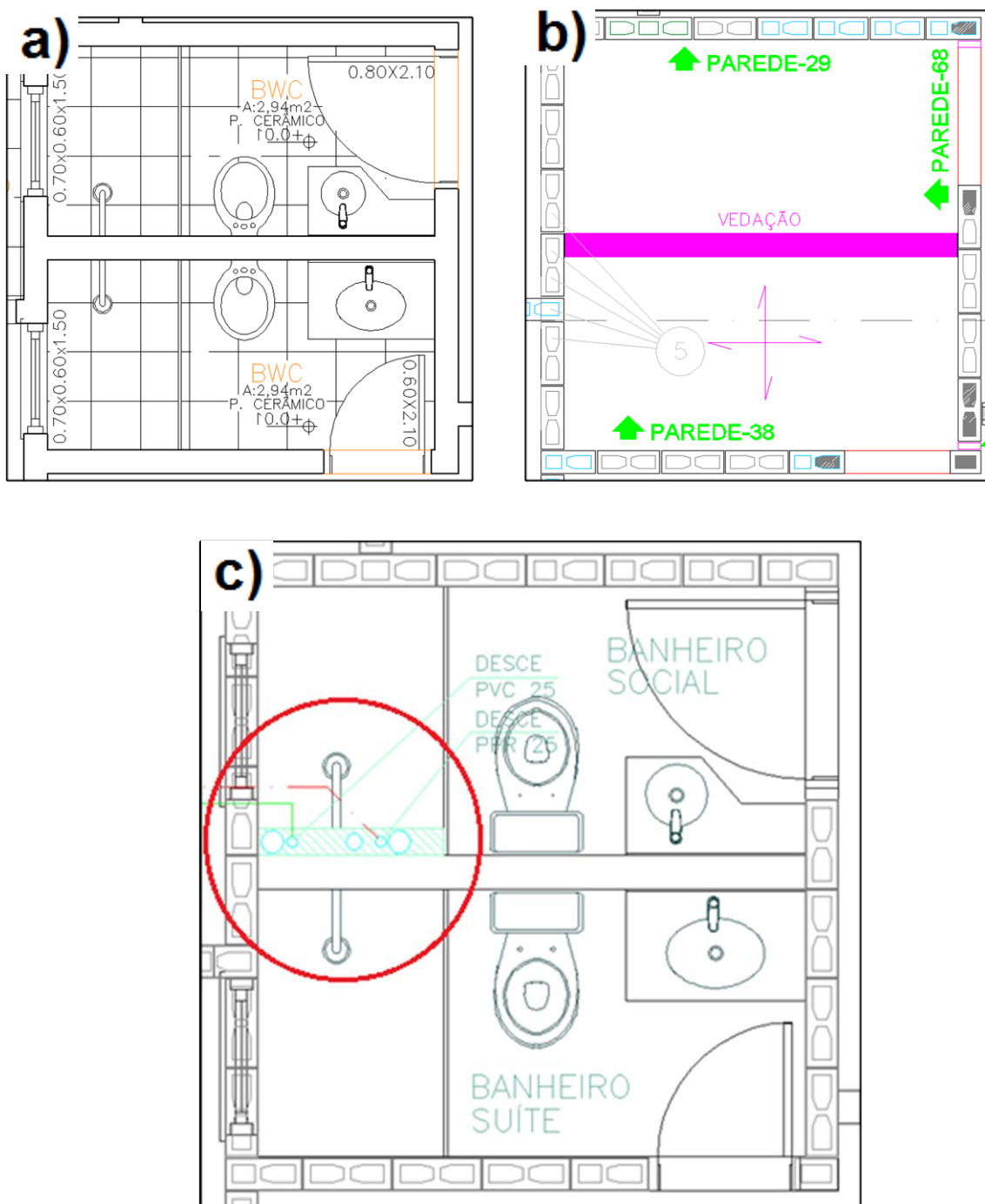


Figura 62 - Prumada hidrossanitária entre banheiros: a) projeto arquitetônico; b) projeto estrutural; c) projeto hidrossanitário
 Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

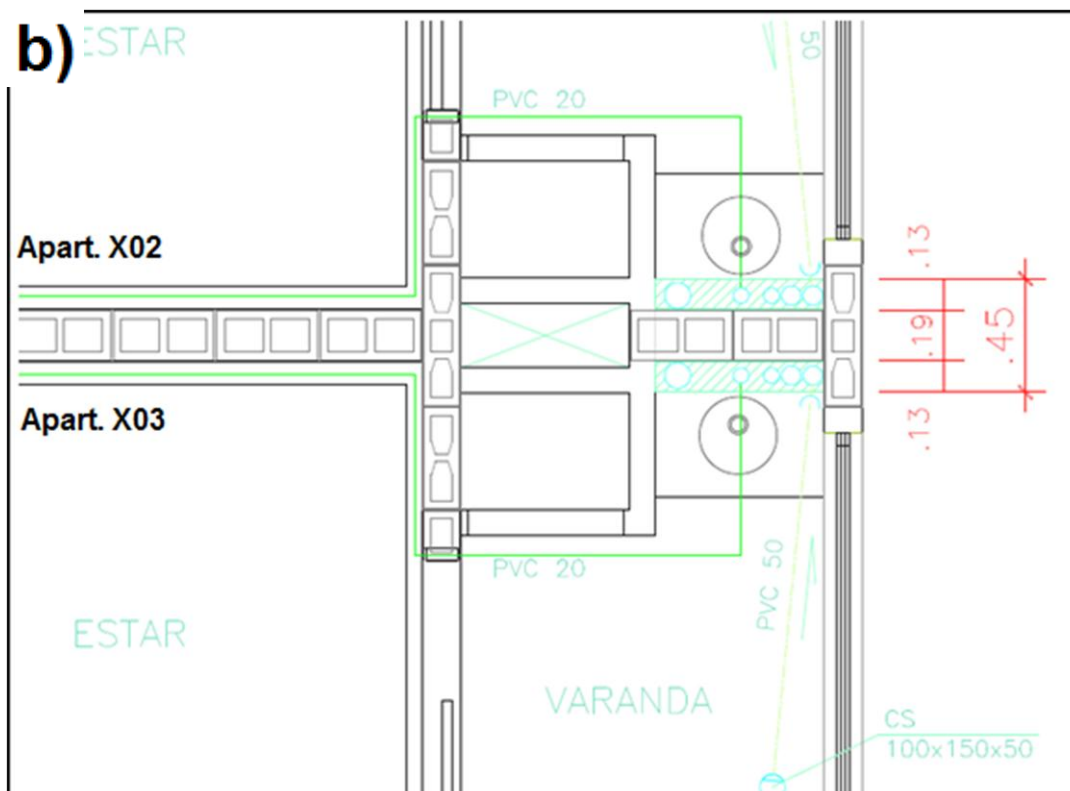
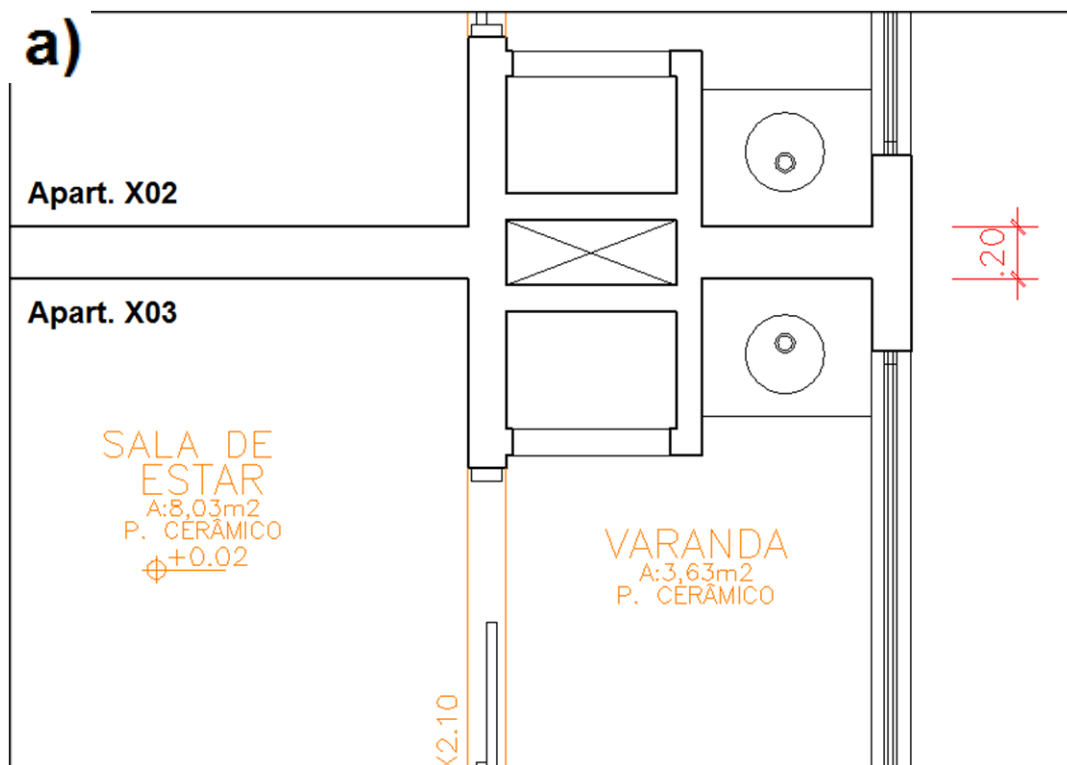


Figura 63 - Espessura da parede atrás da pia da sacada: a) projeto arquitetônico; b) projeto hidrossanitário

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

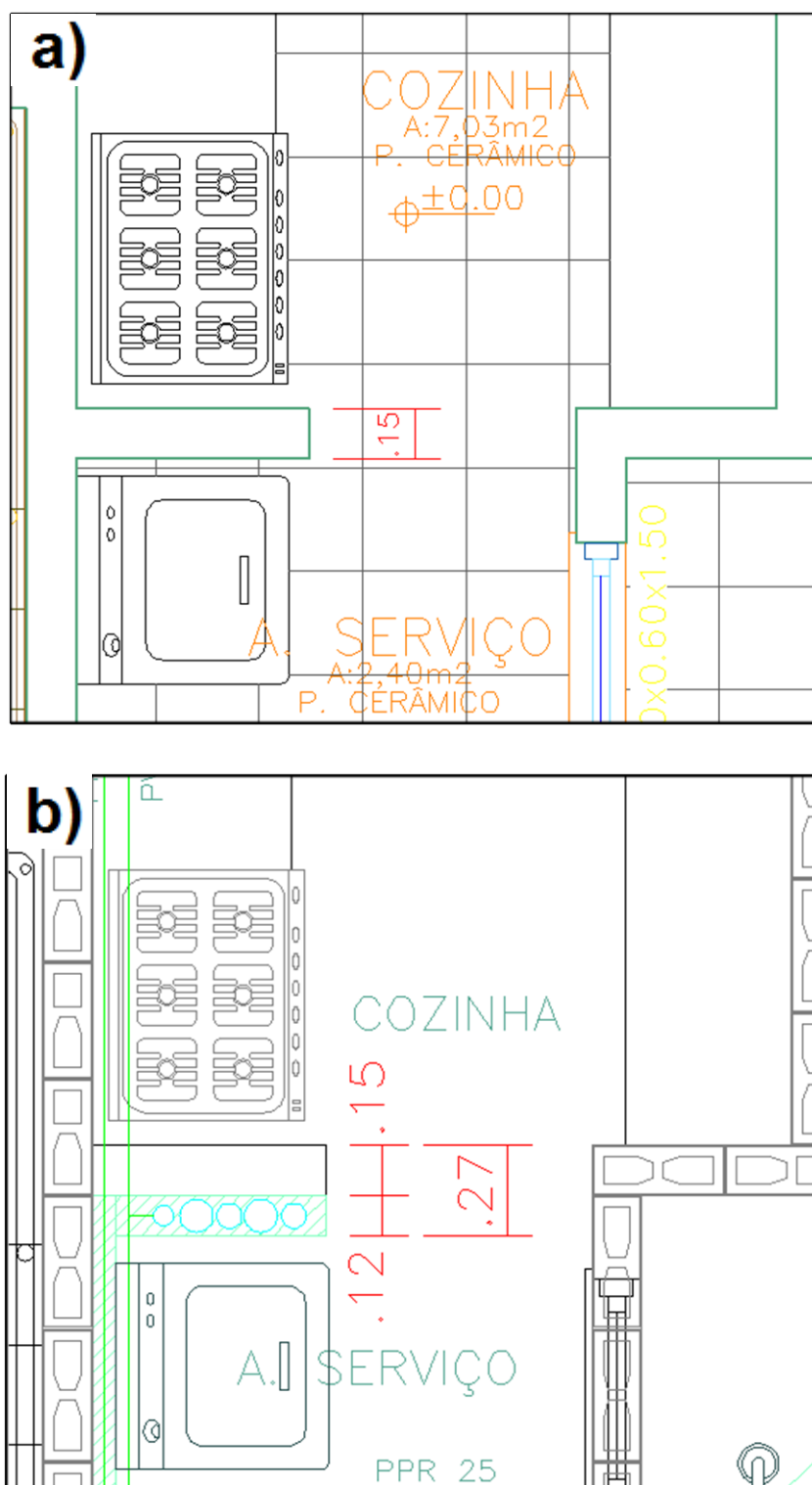


Figura 64 - Parede entre a cozinha e a área de serviço: a) projeto arquitetônico; b) projeto hidrossanitário (repetição da figura 18, p. 61)
Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

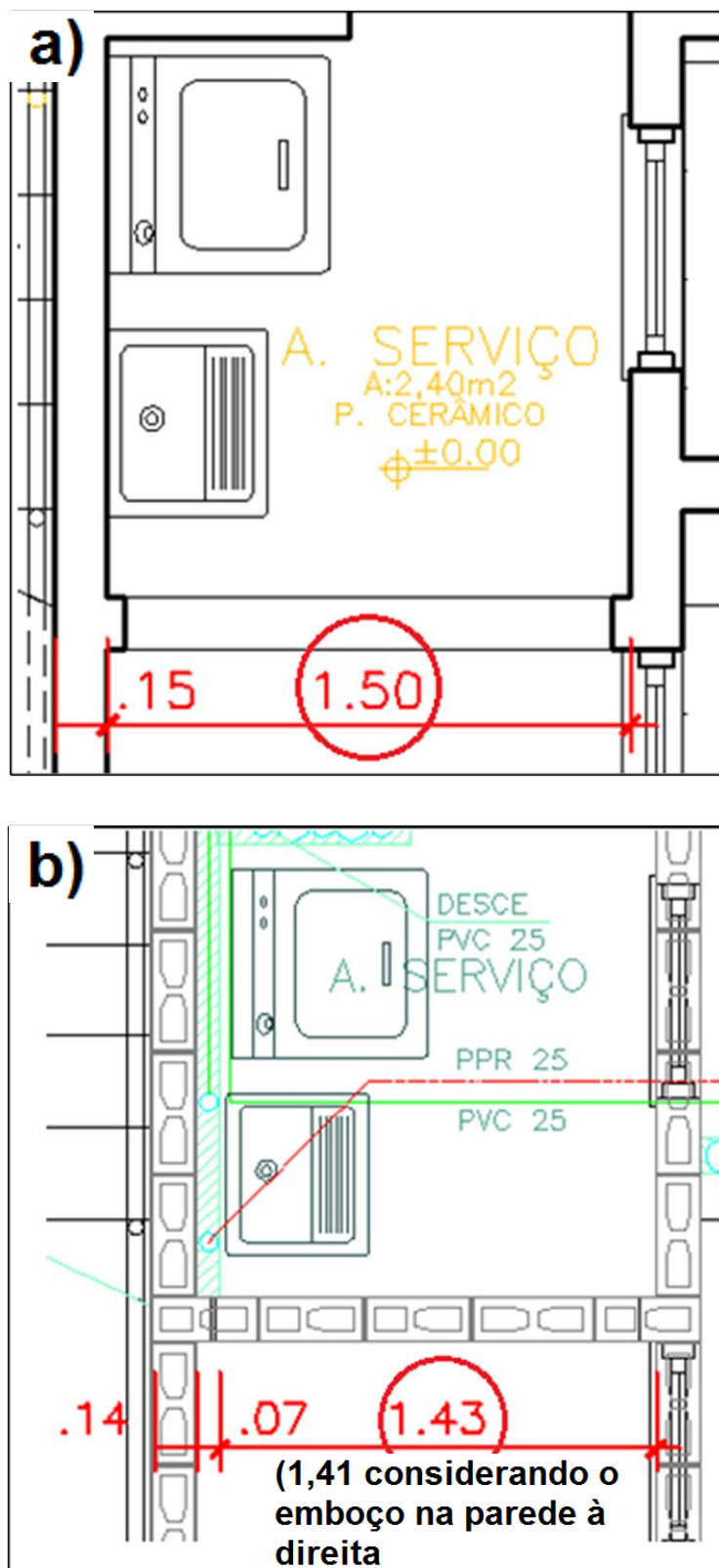


Figura 65 - Largura da área de serviço: a) projeto arquitetônico; b) projeto hidrossanitário

Fonte: Projetos fornecidos pela construtora.

ANEXO F - Registros fotográficos das soluções adotadas na execução do pavimento tipo



Figura 66 – Passa-prato dos apartamentos



Figura 67 - Largura dos passa-pratos



Figura 68 - Janela da suíte (setas indicam duas fiadas de blocos)



Figura 69 - Janela dos quartos 1 e 2 (setas indicam as cinco fiadas de blocos)



Figura 70 - Janela da área de serviço (setas indicam as cinco fiadas de blocos)



Figura 71 - Largura do vão do elevador executado



Figura 72 - Vão deixado na execução dos elevadores (setas indicam as duas fiadas de bloco-canaleta executados acima do vão)



Figura 73 - Porta dos elevadores (seta indica vão entre a estrutura executada e o elevador instalado)



Figura 74 - Porta dos elevadores (seta indica fechamento do vão com gesso acartonado)

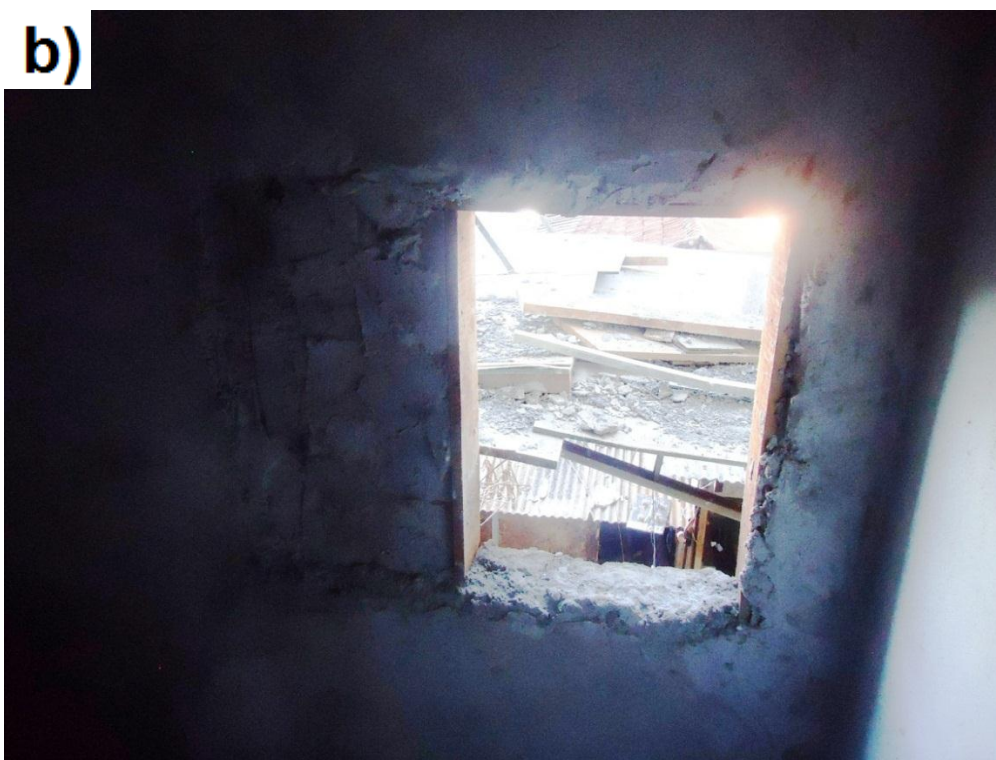


Figura 75 - Janela da escada enclausurada: a) conforme projeto arquitetônico; b) conforme projeto estrutural

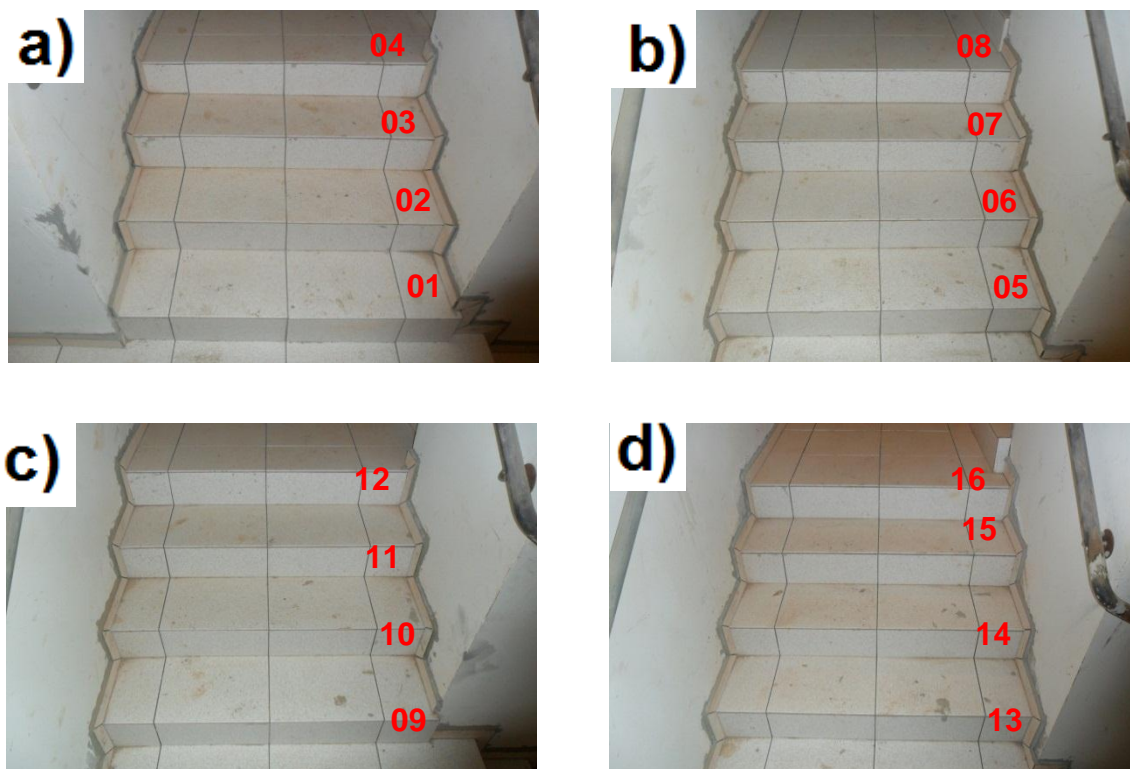


Figura 76 - Escada enclausurada do pavimento tipo



Figura 77 - Paredes no centro da escada enclausurada



Figura 78 - Espessura da parede emboçada



Figura 79 - Espessura da parede emboçada e rebocada (repetição da figura 15, utilizada nos resultados e discussões, p. 58)



Figura 80 - Prumadas hidrossanitárias passando pela parede de vedação dos banheiros



Figura 81 - Parede de vedação entre banheiros



Figura 82 - Tubulações hidrossanitárias da sacada



Figura 83 - Paleta da sacada aumentada (repetição da figura 16, utilizada nos resultados e discussões, p. 59)

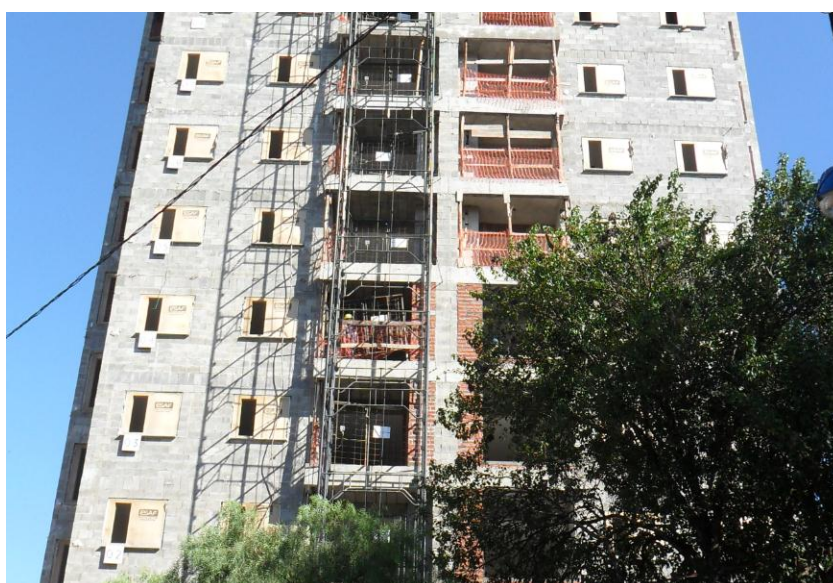


Figura 84 - Paletas sendo aumentadas na fachada do edifício (repetição da figura 17, utilizada nos resultados e discussões, p. 59)



Figura 85 - Paredes entre cozinha e área de serviço



Figura 86 - Espessura da parede entre cozinha e área de serviço



Figura 87 - Tubulações hidráulicas na parede atrás do tanque



Figura 88 - Boneca sendo executada na parede atrás do tanque



Figura 89 - Tubo de PPR de água alimentando a pia da sacada pelo chão



Figura 90 - Lajes executadas na lateral da área de serviço (lado esquerdo do edifício)



Figura 91 - Lajes executadas na lateral da área de serviço (lado direito do edifício)