

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

RAFAEL DALLA PRIA

**Análise crítica de projeto de alvenaria estrutural com foco no projeto de
produção**

São Paulo

2017

RAFAEL DALLA PRIA

**Análise crítica de projeto de alvenaria estrutural com foco no projeto de
produção**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Área de Concentração: Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Prof. Alexandre Amado Brites.

São Paulo

2017

RAFAEL DALLA PRIA

Análise crítica de projeto de alvenaria estrutural com foco no projeto de produção

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Área de Concentração: Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Prof. Alexandre Amado Brites.

São Paulo

2017

Catologação-na-publicação

PRIA, RAFAEL DALLA

Análise crítica de projeto de alvenaria estrutural com foco no projeto de produção / R. D. PRIA -- São Paulo, 2014.

126 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Projeto para produção 2.Coordenação modular 3. Alvenaria estrutural
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Dedico este trabalho ao meu pai Jose Wilson Dalla Pria; sei que de onde você está, está me dando força e torcendo por mim. Ensinou-me a ser esse cara que sou, forte, sincero e honesto. Sem você eu não seria nada. Tudo que faço na vida me espelho em você. Obrigado por ter sido esta pessoa maravilhosa que foi, mesmo por pouco tempo. Te amo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me acalmar, dar-me sabedoria, dar-me força para conseguir desenvolver e concretizar este curso e este trabalho.

Agradeço à minha esposa, Laís de Gouveia Dalla Pria, por me apoiar em tudo que faço, dar-me calma, conselhos, força. Sem você não teria conseguido.

Agradeço à minha mãe Donira Dalla Pria e meus irmãos Wilson Ricardo Dalla Pria, Tatiane Dalla Pria e Marcelo Dalla Pria, que, mesmo de longe, sempre me apoiou e acreditou em mim.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Alexandre Amado Britez, por ter a mim ensinado tanto durante este curso e por ter-me orientado com tanta sabedoria e clareza quanto à feitura deste trabalho.

Agradeço aos professores Mércia M. Bottura de Barros e ao professor Francisco Ferreira Cardoso pelos grandes ensinamentos e companheirismo durante estes dois anos de curso.

Enquanto a cor da pele dos homens for mais importante que a cor do brilho de seus olhos, haverá guerra.

Bob Marley.

RESUMO

Este trabalho tem o intuito de apresentar recomendações para melhoria de um projeto de alvenaria estrutural, focando no projeto de produção, construtibilidade, racionamento de materiais, otimização de mão de obra, evitando-se assim perdas desnecessárias, justamente para se obter melhores resultados na produção de edifícios. O trabalho apresenta os conceitos sobre industrialização da construção no Brasil, racionalização de processos e otimização de recursos. Aborda temas como o planejamento e o controle da produção dentro dos canteiros de obra. Parte para a logística e outros critérios para realizar os treinamentos e procedimentos para a execução. A partir do estudo de caso e das referências bibliográficas são realizadas as recomendações para o desenvolvimento específico de projeto de produção e de seus subsistemas.

Palavras-chave: Projeto para produção, protótipo, projeto modular, racionalização na construção.

ABSTRACT

This work intends to present recommendations for improvement of a structural masonry project, focusing on the design of production, construction, rationing of materials, optimization of labor, avoiding unnecessary losses, precisely to obtain better results in production Of buildings. The paper presents the concepts of construction industrialization in Brazil, process rationalization and optimization of resources. It covers topics such as planning and controlling production within the construction sites. Part for the logistics and other criteria to carry out the trainings and procedures for the execution. From the case study and the bibliographical references the recommendations for the specific development of production project and its subsystems are carried out.

Keywords: Project for production, prototype, modular design, rationalization in construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Metodologia do trabalho	18
Figura 02 – Ciclo de coordenação de projetos	29
Figura 03 – Planta baixa – demonstração de coordenação modular	33
Figura 04 – Elevação de parede para demonstração da coordenação modular	34
Figura 05 – Componentes de um sistema	38
Figura 06 – Planta de implantação	41
Figura 07 – Corte C/D – transversal	42
Figura 08 – Corte A/B – transversal	43
Figura 09 – Planta de pavimento-tipo	44
Figura 10 – Apartamento de 50 m ²	44
Figura 11 – Forma do pavimento-tipo	46
Figura 12 – Forma do pavimento-tipo – apartamento de 60 m ²	47
Figura 13 – Forma do pavimento-tipo – apto de 50 m ²	48
Figura 14 – Folha F – legenda	49
Figura 15 – Folha F – notas	50
Figura 16 – Folha F – notas e especificações	50
Figura 17 – Elevação da parede	52
Figura 18 – Planta F1 – detalhe da amarração e pé direito	53
Figura 19 – Alvenaria do pavimento-tipo	54
Figura 20 – Alvenaria do pavimento-tipo – legenda	54
Figura 21 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe dos apartamentos de 50 e 60 m ²	55
Figura 22 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe dos banheiros dos apartamentos de 50 m ²	56
Figura 23 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe medidas acabadas do apartamento de 60 m ²	57

Figura 24 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe das medidas da porta de entrada do apartamento de 60 m ²	58
Figura 25 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe da sacada.....	61
Figura 26 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do vão na viga da sacada para passagem das instalações do ar condicionado	62
Figura 27 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do dreno de ar condicionado ...	64
Figura 28 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do dreno de ar condicionado ...	65
Figura 29 – Alvenaria do pavimento-tipo – Banho.....	66
Figura 30 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe da cozinha	66
Figura 31 – Comparação do projeto de arquitetura (<i>layout</i> x projeto alvenaria).....	70
Figura 32 – Paginação do piso cerâmico da cozinha	71
Figura 33 – Detalhe do <i>shaft</i> hidráulico da cozinha.....	72
Figura 34 – Detalhe do <i>shaft</i> hidráulico da cozinha – instalações.....	72
Figura 35 – Instalações elétricas da cozinha.....	80
Figura 36 – Instalações elétricas da cozinha vista	81
Figura 37 – Detalhe da saída de duto aquecedor a gás.....	82
Figura 38 – Detalhe dos vãos elevadores	84
Figura 39 – Detalhe do acabamento do <i>hall</i> de elevadores	86
Figura 40 – Marcação 1 ^o fiada	100
Figura 41 – Caminhamento das instalações elétricas na laje e na alvenaria	102
Figura 42 – Locação dos pontos hidráulicos	103
Figura 43 – Detalhe das locações dos pontos hidráulicos.....	103
Figura 44 – Detalhe da elevação da alvenaria	105
Figura 45 – Quantitativos de blocos	105

LISTA DE FOTOS

Foto 01 – Detalhe da campainha	59
Foto 02 – Detalhe da campainha	60
Foto 03 – Detalhe da campainha	60
Foto 04 – Abertura em viga da varanda	62
Foto 05 – Abertura em viga da varanda	63
Foto 06 – Abertura em viga da varanda	63
Foto 07 – Fechamento do abrigo das instalações do ar condicionado.....	64
Foto 08 – <i>Kit</i> hidráulico da parede hidráulica – <i>box</i>	67
Foto 09 – <i>Kit</i> hidráulico da parede hidráulica – <i>box</i>	68
Foto 10 – <i>Kit</i> hidráulico da parede hidráulica – <i>box</i>	68
Foto 11 – <i>Kit</i> hidráulico da parede hidráulica – <i>box</i>	69
Foto 12 – <i>Shaft</i> Hidráulico – Diferença para acabamento	73
Foto 13 – <i>Shaft</i> Hidráulico – Diferença para acabamento	73
Foto 14 – <i>Shaft</i> hidráulico.....	75
Foto 15 – <i>Shaft</i> hidráulico.....	76
Foto 16 – <i>Shaft</i> hidráulico.....	76
Foto 17 – <i>Shaft</i> hidráulico.....	77
Foto 18 – Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia	78
Foto 19 – Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia	78
Foto 20 – Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia	79
Foto 21 – Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia	79
Foto 22 – Detalhe saída duto aquecedor	83
Foto 23 – Incompatibilidade da caixa elétrica x cerâmica – direto no bloco.....	84
Foto 24 – Detalhe dos vãos dos elevadores	85
Foto 25 – Detalhe dos vãos dos elevadores	85
Foto 26 – Detalhe dos vãos dos elevadores	86
Foto 27 – Contrapiso	87
Foto 28 – Contrapiso.....	88
Foto 29 – Contrapiso demolido	88
Foto 30 – Vão do elevador da cremalheira.....	91
Foto 31 – Interferência causada pelo vão da cremalheira.....	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivo	17
1.3 Metodologia	17
1.4 Levantamento bibliográfico.....	18
1.5 Pesquisa de campo	19
1.6 Entrevistas com gestores de obras	20
1.7 Elaboração das recomendações para projeto de produção de alvenaria.....	21
1.8 Estruturação do trabalho	21
2 CONCEITUALIZAÇÃO DA GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	23
2.1 Projeto para produção	24
2.2 Projeto do produto	25
2.3 Projeto de produção	26
2.4 Coordenação modular	30
2.5 Protótipo	34
2.6 Validação de projetos	36
2.7 Retroalimentação de obra e projeto	37
3 ESTUDO DE CASO	40
3.1 Empreendimento	40
4 RECOMENDAÇÕES PARA ADOÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIA	94
4.1 Gestão de projetos	94
4.2 Protótipo	98
4.3 Planejamento	107
4.4 Validação e monitoramento	109
4.5 Retroalimentação	109
4.6 Interferências entre os subsistemas	110
CONCLUSÃO.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

As decisões relativas as quaisquer edificações sempre representam, de modo relevante, os reflexos da posição estratégica dentro de uma construtora, implicando no conhecimento dos sistemas e dos diversos subsistemas envolvidos nos processos construtivos, estes que têm várias interfaces com os outros subsistemas afeitos a cada projeto. O que se quer dizer é que é necessário ser muito criterioso no planejamento da produção, no projeto do produto, na logística da obra e na gestão da produção em si.

Segundo Silva (2003), tendo em vista a importante estratégia dos serviços de execução das alvenarias, isto em razão da grande influência que estas exercem na execução de vários outros serviços às construções afeitos, a introdução dos projetos voltados para a produção, como forma de adoção de conceitos e procedimentos da racionalização construtiva, pode se mostrar como passo decisivo para a organização das atividades de projeto de produção de um edifício. Por consequência, cada projeto pode contribuir para a evolução da técnica, método e processo construtivo, refletindo diretamente na estrutura organizacional das empresas desse setor como um todo.

Com a situação atual do mercado em razão da falta de investimentos percebidos no setor, afora a questão política instável, o mercado desacreditado (não só por pessoas do exterior, mas também pelos investidores internos), fica cada vez mais difícil manter-se nesta área.

A concorrência mostra-se cada dia maior, a cada dia que passa tornando-se mais difícil de se manter no mercado da construção civil.

Talvez esta razão se torne uma motivação para a racionalização dos processos construtivos, minimizando cada vez mais as perdas. Tem-se que evitar os prejuízos em todas as suas formas dentro de cada nova obra.

Ainda hoje, é possível notar como as empresas do ramo da construção civil ainda têm dificuldades quanto ao processo da industrialização que se dá no interior de uma obra. Segundo Chalita (2010), enquanto em países desenvolvidos industrializar a construção civil habitacional traduz-se no pré-moldar a edificação na fábrica e somente realizar especificamente operações de montagem em canteiros de obra, industrializar a construção civil no Brasil significa fazer com que os processos

artesanais evoluam por intermédio de inovações incrementais até atingirem o *status* de processos industriais propriamente, isto sem a obrigatoriedade de alteração da tecnologia empregada.

Tem-se que pensar no edifício como um todo; existem diversos subsistemas dentro do projeto de um produto habitacional residencial do tipo multipavimento. Caso não seja tratado como um todo, fará com que muitas decisões sejam tomadas dentro da obra, podendo ocasionar diversos erros em sua execução.

Nota-se que a construção civil costuma sempre ter relevante papel no processo de crescimento de cada país. No Brasil, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa de Investimento em Logística (PIL), bem como as obras do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), têm estimulado a cadeia produtiva relativa à indústria da construção civil, isto se dando pela geração de empregos e de renda para quantidade significativa de trabalhadores, afora os ganhos significativos em escala para o comércio e para a indústria nacionalmente considerada.

Segundo Franco (2014), o processo construtivo caracteriza-se, por definição, no procedimento de projeto, procedimentos executivos e na definição do planejamento da obra, devendo ser coerente com os objetivos do empreendimento, perpassando, também, no quesito relativo à logística dos equipamentos e relativa aos diversos materiais empregados.

Como resultado do processo construtivo, espera-se a diminuição dos prazos das obras, aumento do volume da produção, eliminação de desperdícios, maior controle da produção, qualidade satisfatória e economia.

Hoje, muitas empresas já desenvolvem projetos de produção para alvenarias de vedações e seus subsistemas tais como revestimentos de fachada, instalações elétricas, hidráulicas etc. Utilizando-se desses projetos e dos conceitos de gestão da produção, espera-se conseguir alcançar um índice pequeno de desperdício, aumento de produtividade, racionalização dos materiais e melhorias dos processos construtivos.

Sabe-se que o Brasil já avançou substancialmente nesta área, mas ainda há um caminho extenso a ser percorrido, notadamente no que diz respeito às falhas verificadas nas muitas obras existentes, estas decorrendo do emprego de métodos e processos convencionais por vezes inadequados a incidir sobre o projeto, construção, fiscalização e aceitação de cada obra.

Hoje, o grande desafio para os agentes públicos e privados ligados à construção civil é a mudança de cenário no tocante à construção industrializada. É fundamental que o setor caminhe pela inovação para deter o domínio do ciclo produtivo, empregando os princípios do processo de industrialização de modo estruturado, com administração planejada de produção e com a melhor gestão do fluxo de produção possível.

Sabe-se também que a industrialização na construção diz respeito a um processo evolutivo, com a incorporação da inovação tecnológica e da administração estratégica de cada passo integrante das construções, com as atitudes organizacionais que precisam buscar o aprimoramento do desempenho da atividade construtiva e o aumento de produção.

Reforça Chalita (2010) que, para que se obtenha maior eficiência nos processos produtivos, esta traduzida por menores custos e eficácia (com atendimento ao desempenho especificado, busca da qualidade requerida e com ausência de manifestações patológicas) não basta somente racionalizar e aperfeiçoar os processos construtivos isoladamente, mais necessário mostrando ser que o processo de construção seja por completo conduzido pelo projeto construtivo.

Segundo Melhado (1994), o caminho para a evolução tecnológica passa obrigatoriamente pela estruturação de um banco de dados precisos, disponível para o uso dado pelos projetistas a conter: recomendações ou prescrições para a especificação de serviços e materiais, alternativas e tipos de detalhes construtivos, recomendações dimensionais de malhas de modulação ou, ainda, de índices geométricos a serem observados, dentre outros.

Melhado (1994) reforça seu pensamento ao citar que é de suma importância a utilização de um sistema de banco de tecnologia construtiva (BTC) para justamente elevar a competitividade de empresa de construção.

O banco de tecnologia construtiva, assim, deve ser sempre retroalimentado e compartilhado entre os envolvidos, compartilhado no sentido da disponibilização da melhor informação impossível, para que todos usem este material rico em informações já utilizadas em outras obras. Desta forma, os usuários (no caso, gerentes de projetos, engenheiros de obras, coordenadores etc.) terão fácil acesso a informações precisas e detalhadas de um ou vários projetos que foram executados e vistos quanto às suas soluções para os problemas comumente decorrentes.

Franco (2014) diz que para o aumento da competitividade, deve-se eliminar o tempo não produtivo em cada obra; desta forma, deve-se planejar as sequências das atividades, pensar na logística de abastecimento, em equipes bem dimensionadas, clareza no que fazer, equipamentos adequados e assim sucessivamente.

A falta de comunicação entre a equipe de produção e a equipe de projetos, assim como engenheiro de obra x produção (equipe), faz com que não fique claro o desenvolvimento de cada projeto, sequências das atividades, como fazer a execução, cada um começando a pensar do seu jeito.

O alinhamento dessas informações, utilizando-se das boas práticas do mercado com o desenvolvimento do projeto de produção dos subsistemas que compõem uma edificação, utilizando-se da retroalimentação tanto da obra como dos projetos em particular, deve-se contribuir para um bom banco de dados da empresa e, assim, sua evolução tecnológica e construtiva.

Este trabalho se insere nesta problemática e apresentará recomendações para a contratação e a execução de projetos, especialmente para a produção de alvenaria e *kits* hidráulicos para edifícios residenciais do tipo constante de multipavimentos, com ênfase na construtibilidade e na racionalização dos materiais e serviços, bem como a otimização dos recursos, utilizando-se das boas práticas da construção.

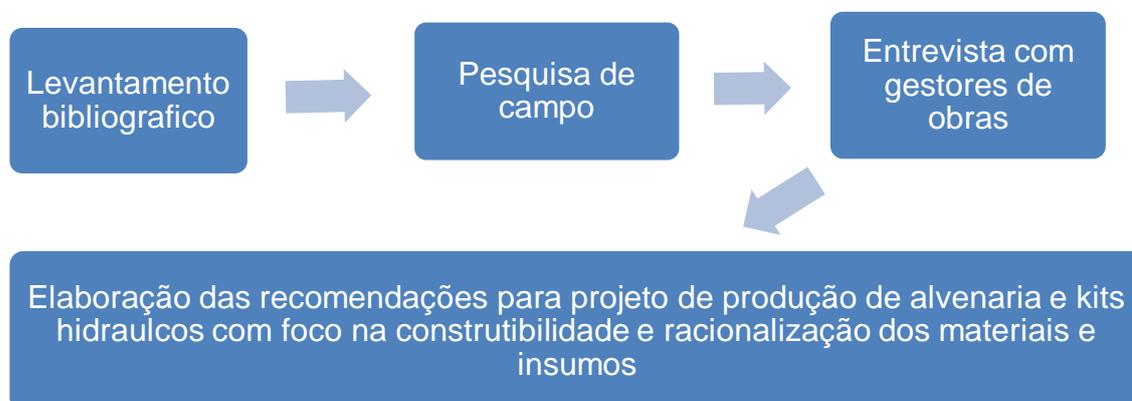
1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar recomendações para melhoria de um projeto em alvenaria estrutural, pensando na construtibilidade, racionalização dos materiais, otimização dos recursos, através de um estudo de caso, realizado em um edifício multipavimento residencial, onde foi utilizado projeto em alvenaria estrutural.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho corresponde a 4 etapas, conforme mostra a figura abaixo:

Figura 01 – Metodologia do trabalho



Fonte: Produção do autor (2017)

1.4 Levantamento bibliográfico

A primeira etapa foi realizar a revisão bibliográfica e procurar conhecimento referente aos projetos de produção de alvenaria de vedação estrutural no mercado.

Este levantamento se deu na busca por livros técnicos referentes a estes assuntos, dissertações e teses, artigos técnicos, busca por *workshops*, alguns documentos retirados das palestras obtidas no curso de pós-graduação em tecnologia e gestão na produção de edifícios da Universidade de São Paulo (USP), consulta a *sites* como o do Secovi, busca dos manuais de escopo e revista *Techne*, entre outros.

Em paralelo à busca de materiais de estudo, foi realizado um levantamento das obras em que os autores consultados trabalharam em empreendimentos onde haviam sido implantados projetos de produção para alvenaria de vedação e estrutural, memoriais descritivos, material de planejamento, especificações técnicas utilizando dos arquivos pessoais de cada autor e também do banco de dados da empresa, estes dados através do sistema *autodoc*.

1.5 Pesquisa de campo

A pesquisa de campo deu-se pela busca de obras dentro da empresa em que este autor trabalhou.

Foi realizado o levantamento em uma obra em que fora utilizado o sistema de alvenaria estrutural.

Como o autor era o responsável por esta obra, foram obtidos com facilidade todos os dados necessários referentes à produção, planejamento, logística e projetos, dentre outros.

Em paralelo a este levantamento, foi realizada uma entrevista com o gestor da empresa.

Esta entrevista teve perguntas de como era utilizado o projeto de produção para alvenaria, em qual momento era contratado, como era desenvolvido o planejamento da obra, como eram tomadas as decisões sobre os métodos e técnicas construtivas, definições de prazos da obra, em que momento era realizado o protótipo da obra e qual a sua importância, dentre outras.

Além da entrevista com o gestor da empresa, foi realizado também uma entrevista com a equipe de campo, abrangendo o encarregado, pedreiros, serventes etc.

Eles responderam perguntas sobre a utilização do projeto para a produção das alvenarias, como foi feita a sua inserção, o que mudou depois da utilização do sistema, se a execução melhorou ou piorou; responderam ainda sobre o que melhorou, se foi fácil de se adaptar e de utilizar. Haveria sequências de execução no projeto ou a equipe de obra tomava essa decisão? Como era a logística do material? Ocorrera falta de materiais; todas essas informações constavam claras no projeto? E etc.

Os dados obtidos por estas entrevistas foram guardados e posteriormente utilizados para comparação com as outras respostas dos outros envolvidos e, desta forma, utilizadas para ajudar no desenvolvimento das recomendações da proposta deste trabalho.

As fontes utilizadas foram:

- Documentação obtida pela empresa, tais como memoriais descritivos, projeto do produto, projeto de produção das alvenarias de vedações e estruturais, planejamento da obra, entre outros;
- Informações obtidas no canteiro de obras;
- Entrevistas com os envolvidos nestes processos;

- Anotações gerais do pesquisador.

1.6 Entrevistas com gestores de obras

Com os gestores de obras foram realizadas perguntas para se obter o máximo de informações relevantes para realizar as recomendações, mas com o intuito de verificar se o que estava solicitado no projeto fora compatibilizado, se era possível atender à demanda, se estavam faltando informações etc.

Baseado nestas premissas, foram realizadas as seguintes perguntas (conforme relatório conforme constante do Anexo 1):

- Quantos anos você tem de experiência em obras?;
- Há quantos anos você trabalha com PPAV?;
- O que mudou desde que você começou a trabalhar com este tipo de projeto?;
- Como é implantado na obra?;
- Em qual momento é feito a contratação do PPAV?;
- Na sua visão, o PPAV é completo? Tem todas as informações necessárias para se planejar, contratar, comprar e executar as alvenarias?;
- Quanto as interfaces com os outros subsistemas, tais como: hidros sanitários, elétricos, revestimentos de paredes, pisos, fachadas, o que você tem a falar? No PPAV são detalhadas todas estas interfaces?;
- Como são tratadas as interfaces citadas acima?;
- A construtora tem tomado muitas decisões em campo?;
- Ainda existe muita “quebradeira” em obra?;
- Como são feitos os *shafts*?;
- Como é realizada a interface do acabamento do substrato com as portas dos elevadores?;
- É utilizado revestimento cerâmico direto no bloco?;
- Em caso afirmativo, tiveram problemas nas execuções e posteriormente a elas?;
- Na sua opinião, quais informações deveriam constar em um PPAV, e quais informações importantes para o desenvolvimento da obra faltam em projetos para produção?;

Os dados acima coletados foram utilizados para ajudar no desenvolvimento das recomendações.

1.7 Elaboração das recomendações para projeto de produção de alvenaria

Com os dados coletados na metodologia citada acima, foi possível estabelecer as diretrizes para um projeto de produção para alvenarias com foco na construtibilidade e racionamento dos materiais objetivando alcançar as premissas e qualidade especificados em projeto e os desempenhos esperados com o mínimo de desperdício e quebras dos materiais utilizados em obras.

1.8 Estruturação do trabalho

Esta dissertação segue composta por 5 capítulos.

Capítulo 1

Foram apresentadas as justificativas, os objetivos, a metodologia e a estruturação do trabalho.

Capítulo 2

No capítulo 2 será apresentada a conceitualização de gestão da produção, tal como:

- Projeto para produção;
- Coordenação modular;
- Protótipo;
- Validação de projetos;
- Retroalimentação;

Capítulo 3

O capítulo 3 tem como objetivo apresentar o estudo de caso.

Neste capítulo será mostrado como foi realizada a visita em determinada obra, a entrevista com o gestor, e o empreendimento estudado propriamente. Além da apresentação do estudo de caso, serão realizadas as discussões sobre o tema e feita uma análise crítica referente ao empreendimento em estudo.

Capítulo 4

A partir da bibliografia construída, são apresentadas as recomendações para o desenvolvimento de um protótipo de um projeto para produção de alvenaria, tendo por enfoque aumentar a produtividade, está com ênfase no racionamento dos materiais e otimizações dos recursos.

Capítulo 5

No quinto e último capítulo é realizado, a partir dos materiais obtidos acima citados, as recomendações para:

- Gestão de projetos;
- Protótipo;
- Retroalimentação.

2 CONCEITUALIZAÇÃO DA GESTÃO DA PRODUÇÃO

A administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem os diversos bens e serviços constantes de seus objetivos. Embora nem sempre as pessoas que supervisionam a produção sejam denominadas gerentes de produções ou operações, isso é o que elas realmente são (SLACK; CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

A gestão da produção, é uma atividade que alcança todos os ramos das organizações (indústria, comércio e serviços); ela está em todos os setores e mercados existentes. A respectiva dinâmica de operacionalização ocorre por intermédio da utilização das funções básicas da gestão, quais sejam:

Planejar;

Organizar;

Comandar;

Controlar;

Coordenar com o objetivo de promover as atividades inerentes à empresa com êxito. Segundo Slack (1996, p. 93) “a produção é a função central das organizações já que é aquela que vai se incumbir de alcançar o objetivo principal da empresa, ou seja, sua razão de existir”.

A função da produção, registra-se, preocupa-se essencialmente com os seguintes assuntos:

Estratégia de produção;

Projeto de produto e serviço;

Sistemas de produção;

Arranjos produtivos;

Estudos de tempo e movimento;

Planejamento da produção;

Planejamento e controle de produtos.

Neste capítulo será discorrido sobre os 5 tópicos referentes à gestão da produção, quais sejam:

Projeto para produção;

Coordenação modular;

Protótipo;

Validação de projetos;

Retroalimentação;

2.1 Projeto para produção

Para se adentrar na esfera de projeto para produção é necessário entender o conceito de projeto para produção e projeto do produto. Antes, contudo, não se pode deixar de descrever sobre a indústria e o início do processo de industrialização no Brasil.

Segundo Blachere (1977), a industrialização da construção é um processo de natureza repetitiva, está em que a variabilidade casual de cada etapa que caracteriza as ações artesanais é alternada por graus pré-determinados de uniformidade e continuidade executiva, típica de operações parcial ou completamente mecanizadas. Observam-se, na industrialização, níveis elevados de controle a tipificar o caráter interno da dinâmica, com predominância da ação gerencial por sobre as questões normativas.

Blachere (1977) e Bruna (1976) afirmam que, neste caso, há produção em série e formação de estoque, sendo o processo final resultante de operações de montagem, ajuste e acabamento, estes que exigem um elevado grau de normalização e padronização.

A industrialização e a pré-fabricação de materiais apresentam inegavelmente diversos benefícios, abrangendo desde a racionalização dos recursos até a melhora da qualidade do produto, já que quando este é na indústria fabricado, em geral o seu controle de qualidade tende a ser maior.

Alguns desses benefícios são apontados por Spadeto (2001), valendo expor a seguinte listagem:

Menor prazo de execução;

Produção independente de condições climáticas;

Uso de mão de obra especializada;

Matéria-prima selecionada;

Maior controle de qualidade na execução;

Maior qualidade e precisão geométrica;

Menor consumo de materiais e percentual de perdas;

Maior potencial de desconstrução;

Maior controle do custo.

A industrialização pode ser por seu turno classificada como de ciclo fechado ou de ciclo aberto.

Na industrialização de ciclo fechado, nota-se, há a transferência da maior parte das operações do canteiro para a usina, maior aplicação dos princípios de organização e controle da produção, afora de processos que se valem de estruturas celulares de grandes painéis ou de elementos que não podem ser com outros intercambiáveis.

Segundo Bruna (1976), a industrialização de componentes destinados ao mercado e não apenas às necessidades de uma organização é denominada de ciclo aberto. A produção de elementos e componentes tem por sua vez sido caracterizada por sua maior flexibilidade do ponto de vista de sua real combinação, sendo que esses elementos são padronizados e apresentam compatibilidade com elementos oriundos de diversos fabricantes, podendo ser estes empregados em vários projetos e tipologias de edificação.

A modulação e a padronização fornecem a base para a compatibilidade e a interoperabilidade a ser dada entre os elementos e diversos componentes de cada processo construtivo.

O processo industrializado requer, destarte, que decisões acerca da tecnologia a ser adotada anteceda o desenvolvimento de projetos (ROSSO, 1990), com planejamento mais efetivo e certamente mais detalhado, potencializando-se os benefícios da construção industrializada.

Com isto, volta-se para o pensar antes de executar.

Barros (2014) cita que projeto do produto se destina ao produto final, e projeto para produção se destina a relacionar todas as atividades para chegar ao produto final, para conseguir realizar, propriamente, a construção de cada projeto.

Para que se possa construir, deve-se pensar antes de executar, planejar, desenvolver projetos para produção. O projeto do produto é o que será entregue ao cliente, e o projeto da produção destina-se a como construir o produto final.

Melhado (2015) faz um comparativo de projeto do produto x projeto da produção.

2.2 Projeto do produto

Fala-se em:

Arquitetura;

Paisagismo;

Luminotécnica;
Estrutura de concreto;
Fundações;
Instalações elétricas;
Instalações hidráulicas.

2.3 Projeto de produção

Formas para estrutura de concreto;
Vedações verticais;
Laje racionalizada;
Esquadrias;
Impermeabilização;
Fachada;
Consultorias.

Pode-se dizer que projeto do produto demonstra o que será entregue, o que deve ser produzido, enquanto o projeto de produção demonstra como chegar lá, como construir cada pedaço de cada desenho.

Melhado (2015) diz respeito a um projeto como sendo um esforço para se atingir um objetivo específico por intermédio de um conjunto único de tarefas inter-relacionadas e da utilização eficiente de recursos. O objetivo deve ser sempre bem definido. O objetivo de um projeto costuma ser definido em termos de escopo, cronograma e custos.

O escopo de um projeto é todo o trabalho que deve ser realizado com a intenção de garantir ao cliente que os itens, produtos ou serviços tangíveis a serem fornecidos cumprem os requisitos ou os critérios de aceitação fixados no início do projeto.

Além destas informações citadas, é importante descrever que o escopo do projeto também nada mais é que a formalização do contrato, é onde será apresentado ao cliente de forma bem detalhada, o que será entregue a ele, ali não poderá faltar nenhuma informação quanto ao produto final. Desta forma, ficando claro e objetivo, tanto para a construtora quanto ao cliente o produto que será desenvolvido, criado, produzido.

Segundo Ballard (2000), apud Chalita (2010), faz algumas descrições que se destina o projeto de produção:

- O projeto para produção tem que ser evidentemente fruto de um processo de negociação e de ajustes entre os diversos agentes atuantes na construção de edifícios ou na consecução de obras diversas, e seu sucesso está ligado intimamente a capacidade de promover integração entre estes e garantir que a informação flua alinhada à qualidade requerida e dentro dos prazos estipulados;
- O envolvimento de especialistas de projetos das diversas áreas (estrutura, arquitetura, instalações etc.) é fundamental para um projeto de sucesso, vez que não há uma figura no processo que conheça profundamente os requisitos e legislações de todas as especialidades;

Neste parágrafo fica claro que se deve envolver os agentes responsáveis de cada área e acabar com o engenheiro coordenador isolado, aquele que faz tudo. Como citado por Chalita (2010), ninguém sabe tudo, e deve-se ter esta sabedoria e humildade de reconhecer isso. Não é preciso e não se deve desenvolver todas as áreas de conhecimento no que diz respeito a projetos de produção e de construção.

- A participação íntegra e conjunta de projetistas, construtores (área de projeto, orçamento, produção, qualidade, suprimentos, planejamento e assistência técnica), fabricantes de matérias e sistemas e fornecedores de mão de obra, é essencial para alcançar a solução ótima para o empreendimento, uma vez que privilegia o todo em detrimento das partes. Afora isto, esse objetivo comum estabelecido entre as partes envolvidas e devidamente formalizado no projeto para a produção leva uma corresponsabilidade em relação as soluções adotadas;
- Fazer um projeto de produção significa pensar na produção antecipadamente, ou seja, planejar a produção, empregando corretamente os dados de entrada (*inputs*) e as informações referentes ao sistema de produção próprios da empresa e, por isso, este é sempre específico para cada empresa.

A somatória dos itens a cima permite firmar que o projeto para produção é uma ferramenta importante para a busca da eficiência na indústria de construção civil. Margarete (2003), descreve que, tradicionalmente os projetos que orientam a execução dos serviços nos canteiros de obras são conhecidos como projeto executivo.

Constituem-se numa edição revisada e ampliada dos denominados projetos básicos. Estes são, em geral, a edição remetida aos órgãos competentes para apreciação. Na pratica dos escritórios de projeto, é comum iniciarem-se as atividades de detalhamento construtivo que comporão os projetos executivos apenas após a

aprovação dos projetos básicos ou, caso os prazos para conclusão dos projetos e início das obras estejam comprimidos, simultaneamente a remessa desses projetos aos órgãos de aprovação. Os projetos executivos seriam as ordens de serviços remetidas as obras através das quais tornasse factível o objeto projetado. Pressupõe, portanto um nível de informações clara e suficiente a consecução do produto. Melhado (2015) faz um ciclo onde demonstra todas as atividades que se relacionam diretamente com a coordenação do projeto:

Figura 02 – Ciclo da coordenação de projetos



Fonte: Produção do autor (2017)

Segundo Melhado (1994), O projeto para produção é uma atividade de projeto que tem por finalidade garantir que as soluções adotadas tenham sido suficientemente abrangentes, detalhadas e integradas e que, após concluído o projeto, a execução ocorra de forma contínua, sem alterações e sem improvisos.

Conceitua-o geralmente como um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para emprego no âmbito das atividades de produção em obra. Contendo as definições de disposição e sequência

de atividades de obra e frentes de serviço, utilização de equipamentos, arranjo e evolução do canteiro, afóra outros itens vinculados às características e aos recursos próprios da entidade construtora.

Fica claro a importância do desenvolvimento do projeto para produção o quanto antes, se possível junto ao projeto executivo do produto. Desta forma, contribuindo com a construtibilidade, pensando na racionalização e otimização dos recursos e serviços.

O projeto para produção deve estar presente desde as primeiras fases do processo de projeto e, desta maneira, pode se tornar um modo efetivo de transmitir essência para a obra, como aplicar a tecnologia envolvida, evitando que as decisões sejam tomadas em parte no canteiro — a comprometer a qualidade da obra.

2.4 Coordenação modular

Usando como referência o relatório de avaliação dos esforços para implantação da coordenação modular no Brasil e da Habitare introdução a coordenação modular da construção no Brasil, este autor fará um breve resumo sobre a coordenação modular. O Brasil foi um dos primeiros países no mundo a aprovar uma norma de coordenação modular decimétrica (10 cm), a NBR25 em 1950.

O uso da coordenação modular de 10 cm, fez com que ocorresse a redução de custos em várias etapas do processo.

A ideia de coordenação modular nasceu como ideia de racionalização, otimização de recursos, aumento da produtividade.

A coordenação modular é um sistema que qualificou a indústria da construção em um grande número de países, e, no contexto atual da produção de edificações é imprescindível que ela volte a ser considerada (e está cada vez mais), agora aliada a questões de qualidade e sustentabilidade.

A questões econômicas dizem respeito a redução de custos em diversas etapas do processo construtivo quando do uso da coordenação modular.

Quanto a sustentabilidade, traz um melhor aproveitamento dos componentes construtivos e, em consequência disso, otimização do consumo dos materiais, de consumo energético para produção desses componentes, e por fim da minimização das sobras.

Diante desses preceitos, para que se possa conduzir a indústria da construção civil, as mesmas vantagens presentes nos processos de outras indústrias, verifica-se a

necessidade da adoção de peculiar sistema de medidas que ordene a construção desde a fabricação dos componentes, passando pelo projeto e alcançando a execução da obra e, ainda, mais adiante, a respectiva manutenção.

O sistema capaz de atingir esse objetivo tem sido comumente ratificado como o da coordenação modular (BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO, 1976).

Para Mascaró (1976), a coordenação modular é um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos de procedência distintas, que devem ser unidos entre si na etapa de construção com mínimas modificações ou ajustes. Segundo Lucini (2001) entende por coordenação modular o sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predeterminado (10 cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações.

Mas para este autor, a melhor, objetiva e clara citação é feita por Greeven (2000), “a ordenação dos espaços na construção civil”.

Com esta citação você pode definir que tendo ordenação dos espaços você reduz custos através da minimização das quantidades e tipos de componentes a serem usados na obra, desta forma racionalizando seu canteiro e sua administração. Além de outros fatores como, menor quantidade de pessoas para supervisionar, sua capacidade de supervisão e controle aumenta. Você diminui a possibilidade de errar na compra e controle dos materiais, errar nas tipologias de componentes, etc.

O módulo

Medida reguladora das proporções de uma obra e projeto.

Quantidade que se toma como unidade de qualquer medida.

Segundo a NBR 5706, o módulo é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência.

Multimódulos

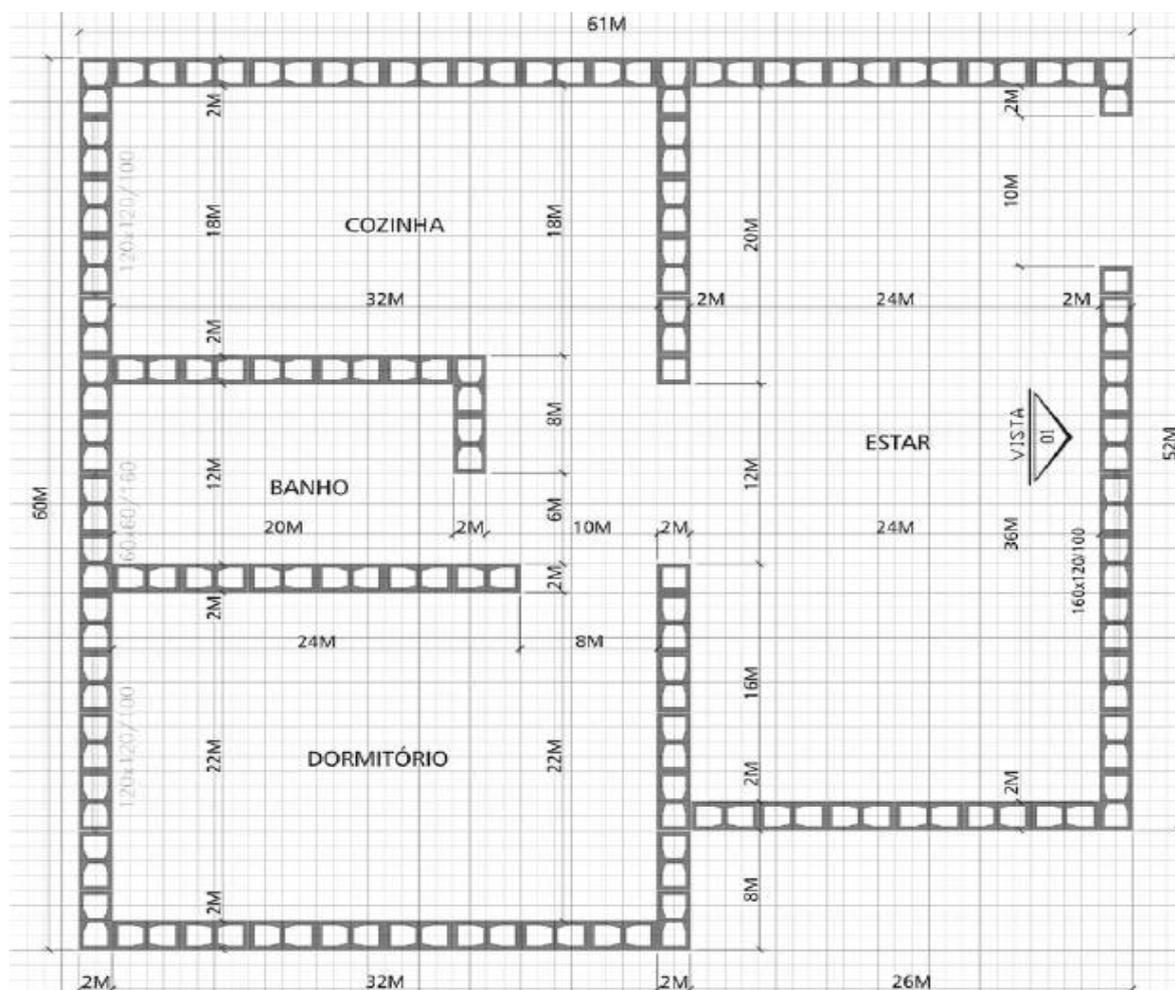
Como multimódulos ($n \times M$, em que n é um número positivo inteiro qualquer) são recomendados:

3M, 6M, 12M, 15M, 30M e 60M pelo IGM (ROSSO 1976), para o caso do Brasil sugere o multimódulo 2M para coordenação altimétrica (elevações), e o 3M para a coordenação planimétricas (planta baixa).

Projeto modular

O projeto modular segundo BNH/IDEG (1976), é baseado no sistema de referência, através do quadriculado modular de referência. Desta forma, as plantas baixas, fachadas e cortes que compõem o projeto se desenvolvem sobre o quadriculado, permitindo coordenar a posição e as dimensões dos componentes de construção. Isso facilita não somente a realização do projeto, simplificando sua representação, mas também a montagem dos componentes na execução da obra, reduzindo a ocorrência de cortes.

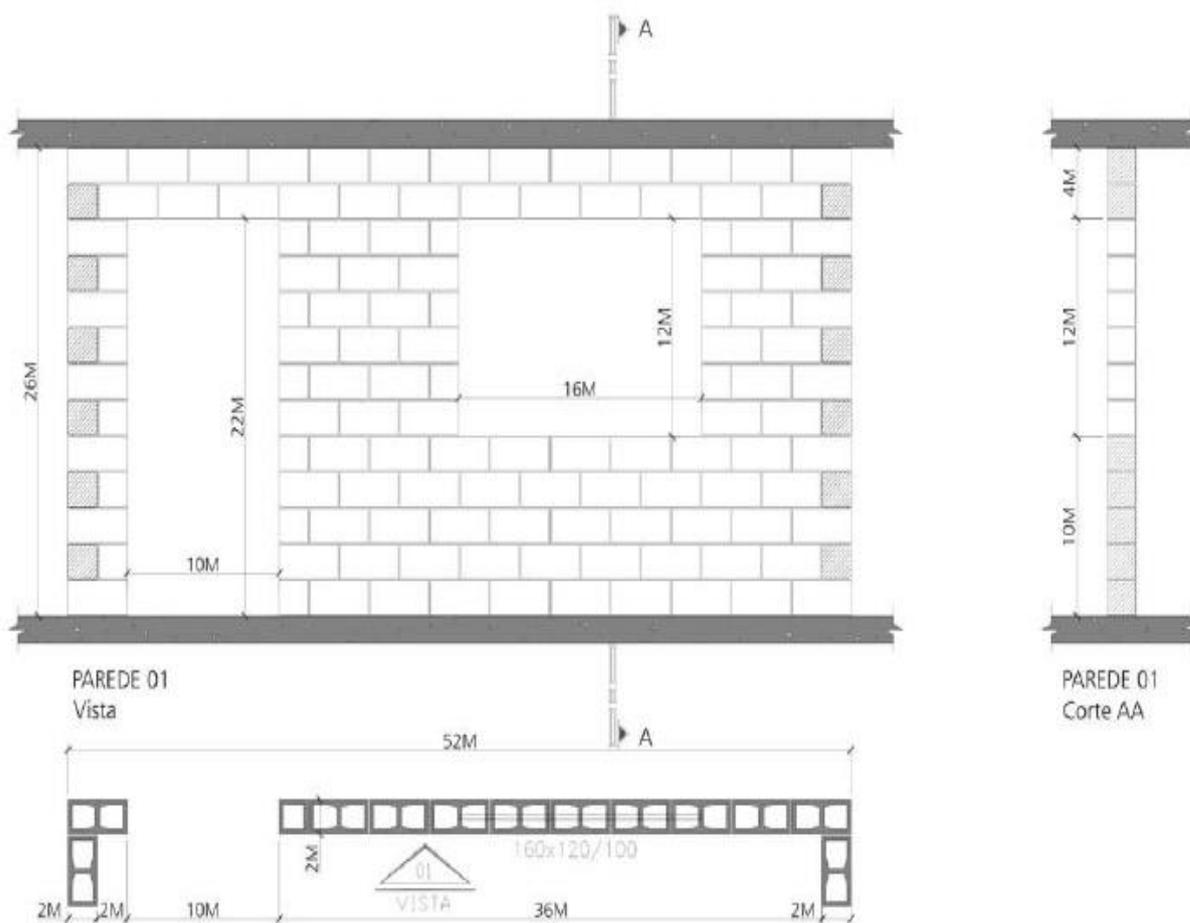
Figura 03 – Planta baixa - demonstração de coordenação modular



Fonte: Produção do autor (2017)

Segue também a elevação de uma parede com as medidas modulares:

Figura 04 – Elevação de parede para demonstração da coordenação modular



Fonte: Produção do autor (2017)

2.5 Protótipo

Neste tópico será conceitualizado o protótipo. O que significa o protótipo na construção civil. Quando é realizado o protótipo. Sua função. Sua necessidade e sua importância, o que e como colabora no desenvolvimento na construção do edifício e sua colaboração para o projeto final.

Segundo o dicionário Aurélio, protótipo significa o primeiro tipo ou exemplar. Exemplar único feito para ser experimental antes da produção de outros exemplares.

Definição perfeita para protótipo citado no dicionário Aurélio.

O protótipo é feito para detectar todas as interferências e possíveis erros de projeto, assim como as compatibilizações com os subsistemas, componentes elementos que fazem interfaces e se “conversam”.

Exemplo, na realização da alvenaria é detectado as interferências com a espessura do revestimento e acabamento com as alturas e níveis das caixas elétricas. Na cozinha se não há revestimento e temos que executar a cerâmica direto no bloco poderá haver interferência com a caixa de elétrica, assim como a modulação projetada das cerâmicas de piso e parede pode ter interferência com o *shaft* de hidráulica, entre outros.

Chalita (2010) cita que na maior parte das vezes o primeiro contato do projetista com a obra é depois que foi realizado o protótipo da alvenaria do pavimento-tipo. Esse protótipo ocorre após a execução das paredes do primeiro pavimento-tipo e tem como objetivo levantar as interferências encontradas, propor alternativas e validação.

Da mesma forma, o projetista não tem contato com a área de suprimentos, orçamento, planejamento e controle. Os dados referentes aos materiais (tipo de bloco, argamassa, tipo de tela metálica,) chegam aos projetistas por intermédio do contratante e as informações de orçamento, planejamento e controle não são levadas em conta, por vezes, na elaboração dos projetos para produção desenvolvidos atualmente no mercado.

Por essas afirmações consegue-se identificar que seria natural e melhor para o planejamento e desenvolvimento da obra que antes de dar início a compras dos materiais e toda a programação essas informações devem ser levadas ao projetista e validada para então na hora de realizar o protótipo ou protótipos, já ser realizado como o mínimo de interferência.

Desta forma, cada vez mais vai-se entendendo a importância de se executar um protótipo tipo, antes de soltar toda a sua execução, para assim identificarmos todas as interferências e compatibilizações, assim resolve-las antes da obra.

Segundo Chalita (2010), a realização do protótipo possibilita a validação ou reavaliação de algumas soluções de projeto e planejamento antes da continuidade dos serviços dos demais pavimentos. Caso ocorra a necessidade de alguma alteração, deve esta ser feita um reprojeto que passará a ser seguido na execução dos pavimentos seguintes.

Depois de realizado o protótipo é realizada a validação do mesmo com a equipe de engenharia da construtora/incorporadora e assim liberado para a produção.

2.6 Validação de projetos

Segundo o manual de escopo de projetos e serviços de coordenação, para que seja feita a validação final, deve-se seguir algumas diretrizes.

Este manual é dividido em 6 fases

Fase A – Concepção do produto

Fase B – Definição do produto

Fase C – Identificação e solução de interfaces

Fase D – Projeto de detalhamento das especialidades

Fase E – Pós entrega do projeto

Fase F – Pós entrega da obra

Deve-se definir bem as ideias antes de se dirigir ao projeto básico, passar pela definição do produto, seus detalhamentos, fazer todo o controle e execução da obra e finalizar com o pós-obra. Após estes procedimentos, deve-se verificar se todo esse planejamento e conjunto de informações para execução do produto funcionou e atendeu as expectativas do empreendedor e usuário.

A validação dos projetos deve ser coordenada de forma que o resultado final seja compatível com o produto anteriormente definido, ou adequação do produto as exigências em tempo hábil, informando o seu resultado ao contratante.

Pode-se dizer que as validações de projetos devem ser criteriosamente seguidas e controladas de modo a não deixar faltar nenhuma informação e pular alguma de suas etapas, desta forma, conseguir-se-á assegurar um projeto muito mais eficiente e competente. Assim, a gestão e produção do edifício se dará com muito mais eficiência e praticidade, reduzindo inúmeras possibilidades de erros. Aumentado sua construtibilidade, reduzindo consumos de materiais, otimizando custos gerais do edifício.

Pode-se aplicar e deve-se, de fato, os conceitos citados para a validação do protótipo. Identificando suas interferências, fazendo as alterações necessárias, documentando com todos os envolvidos da área, compatibilizando as informações e definindo então o produto final.

O autor ressalta que o protótipo é talvez a melhor forma de validação do produto final. Pois é nessa etapa onde é de fato concretizado o que será executado e entregue ao cliente.

2.7 Retroalimentação de obra e projeto

Neste capítulo será discorrido sobre retroalimentação de obra e projeto, desta forma conceitualizando esta importante fase da gestão de um edifício.

Segundo Chalita (2010, p. 103), para que se complete o ciclo do PDCA é de fundamental importância a retroalimentação. Assim:

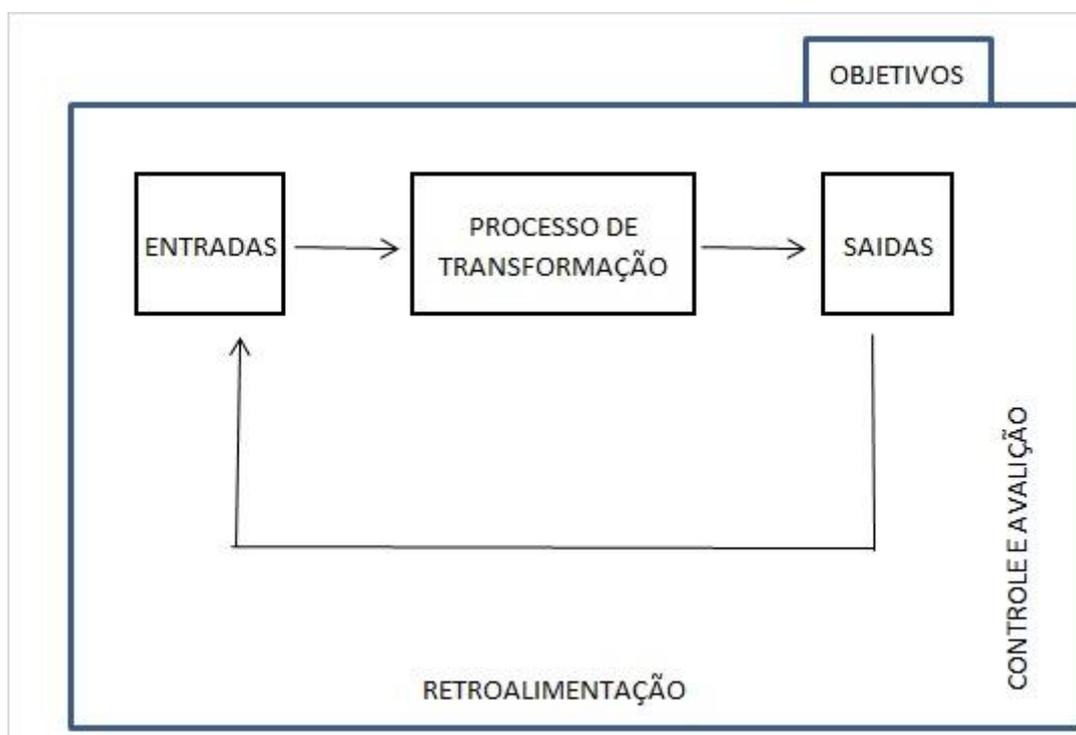
São responsáveis por retroalimentar o processo:

- a empresa parceira de engenharia, o gestor de produção e o coordenador de projetos.

Essas melhorias podem se referir a outros subsistemas da edificação, ao processo construtivo, aos métodos construtivos, a técnicas de execução dos serviços, a diretrizes de projeto, entre outras. Isso não ocorre quando o projeto para produção tradicional é implantado.

Segundo Oliveira (2005), retroalimentação é a introdução de uma saída sob a forma de informação no sistema. Cuida-se de um processo de comunicação a reagir a cada entrada de informação, incorporando o resultado da ação desencadeada por intermédio da nova informação, esta que afetará seu comportamento subsequente, e assim sucessivamente. Os dados retroalimentados são resultados das divergências verificadas entre as respostas de um sistema e o respectivos parâmetros estabelecidos.

Figura 05 – Componentes de um sistema



Fonte: Produção do autor, adaptado de Oliveira (2001)

No manual de escopo de projetos e serviços de coordenação de projetos é citado na fase E – Pós entrega do projeto, F Pós entrega da obra.

Estas atividades citadas no manual de escopo de projeto, toma como princípio a necessidade de se elaborar um fechamento dos processos de avaliação de cada empreendimento, considerando as suas particularidades, mas também levando em conta os fatores que se repetirão em empreendimentos futuros, retroalimentando, assim, os processos do cliente, do coordenador, dos projetistas, da construtora, etc. Melhado (2015) diz que para melhoria do projeto é de fundamental importância a retroalimentação do projeto, cita algumas ações, tais como:

Medir resultados da realização do projeto, em obra, e com os usuários;

Documentar todas as soluções, as boas e também as más;

Banco de informações para a elaboração e coordenação de projetos futuros;

Com isso, consegue-se analisar e dizer que se deve sempre documentar cada etapa da produção e execução da obra, assim provendo a melhoria contínua do processo,

ajudando desta forma cada vez mais a equalizar as incompatibilidades de projeto e de soluções construtivas.

Deve-se criar este hábito de documentar, fazer com que não se perca essa memória e históricos de obras.

A cada obra executada e projeto desenvolvido a empresa ficara mais rica em soluções já bem definidas e resolvidas.

Por isso a questão de criar um BTC (banco de tecnologia construtiva) na empresa. Neste banco será armazenado e sempre retroalimentado, gerando uma cultura de autoaprendizagem, sendo assim, colaborando e efetivando a melhoria continua dos processos.

Como visto, existe uma sequência sistêmica e detalhada para se conseguir uma boa gestão da produção, esses itens são de fundamental importância para se conseguir desenvolver um trabalho eficiente em que se atenda ao solicitado em cada projeto. Para se atingir a qualidade imposta em cada projeto deve-se tratar o produto como um todo, planejar e cuidar de cada item, como, projeto para produção, coordenação modular, protótipo, validação, retroalimentação.

Fazendo desta forma, ter-se-á tudo para se realizar um bom trabalho.

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão levantadas de forma sistêmica as informações técnicas que caracterizarão o projeto escolhido por este autor, sendo apuradas as informações referentes ao anteprojeto, projeto executivo, memoriais descritivos, projeto para produção, projeto de canteiro, entre outros.

Este levantamento tem como objetivo verificar se todas as informações necessárias para que seja possível construir um edifício, onde atenda o usuário final, o memorial, o projeto do produto, as normas técnicas, os desempenhos dos sistemas, se todas essas informações estão sendo atendidas. Estas informações devem estar claras, objetivas, concisas e completas.

Além disso, o levantamento também tem como objetivo verificar as interferências entre os subsistemas que fazem interface com o subsistema de vedações.

3.1 Empreendimento

O empreendimento da construtora estudado utilizou projeto de alvenaria terceirizado, empresa de projetos com um vasto histórico no mercado, a contratação da mão de obra também foi terceirizada mantendo como equipe própria em obra somente um assistente administrativo e um engenheiro residente.

A mão de obra foi dividida em civil e instalações.

A empresa de civil ficou com a maior responsabilidade da obra assumindo a contratação de mestre de obras, encarregado, ajudantes e oficiais, almoxarife, técnico em segurança do trabalho, limpeza geral da obra.

A empresa de instalações ficou com a contratação de equipe para execução, ajudantes, oficiais e encarregado de elétrica e hidráulica.

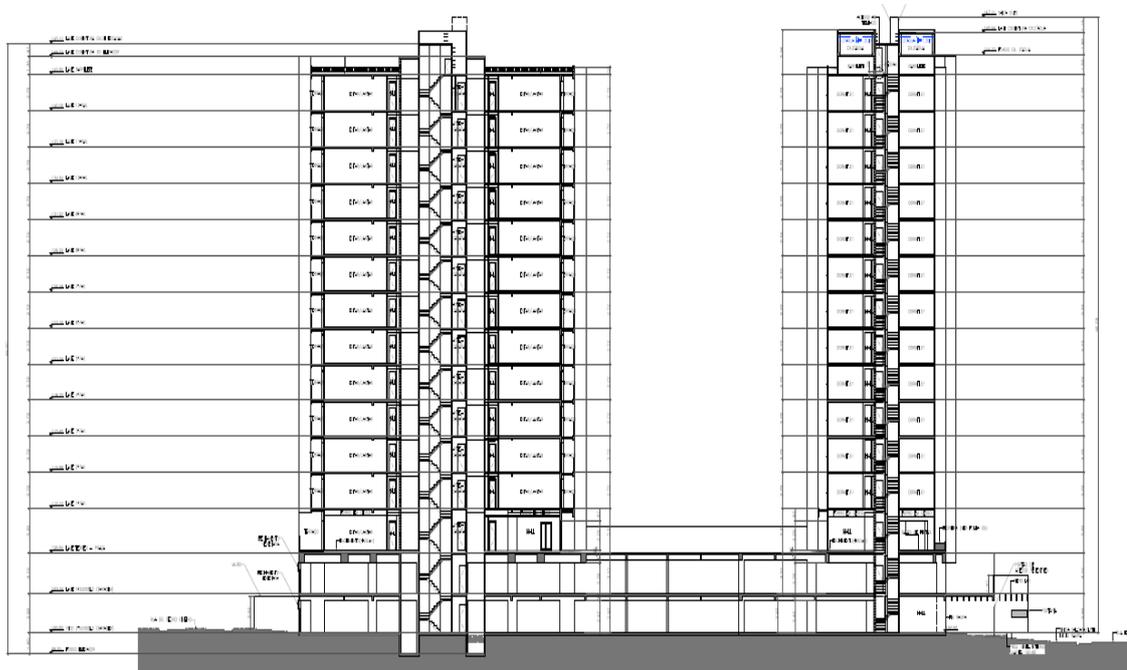
Foram contratados alguns consultores:

Bombeiro;

Argamassa pré-fabricada;

Instalações elétricas;

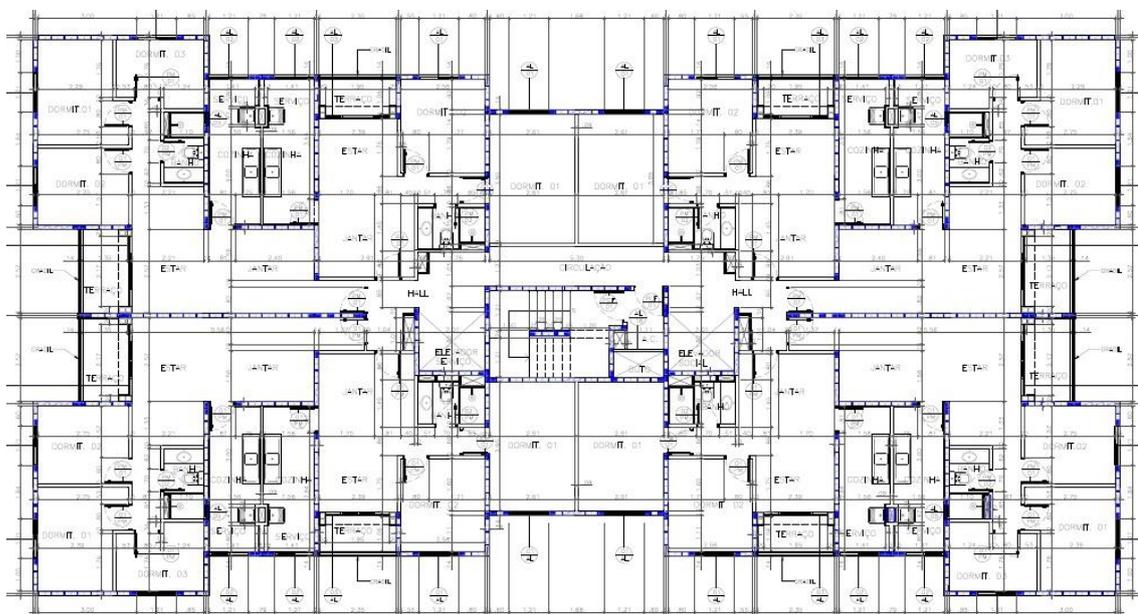
Figura 08 - Corte A/B – Transversal



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Ao total são 200 apartamentos divididos em 8 apartamentos por andar tipo, mais os apartamentos complementares no térreo. Na torre chamada de torre A, são abrigados 6 apartamentos no térreo e na torre B são mais 2, completando assim os 200 apartamentos.

Figura 09 - Planta de pavimento-tipo



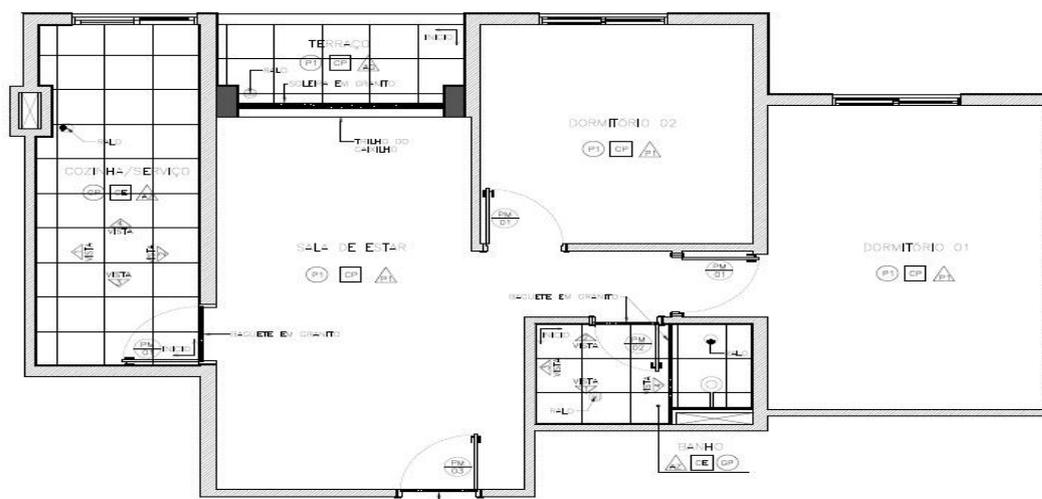
Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Estes apartamentos são divididos em 50 m² e 60 m².

Os 4 apartamentos centrais são de 50 m² e os 4 periféricos são de 60 m²

Características dos apartamentos

Figura 10: Apartamento de 50 m²



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Cada apartamento de 50 m² possui 2 dormitórios, 1 banheiro, 1 cozinha, 1 sala, 1 varanda.

Os apartamentos são entregues no contrapiso preparado para receber carpete de madeira na sala e nos quartos.

Na cozinha, varanda e banheiro são entregues com revestimento cerâmico.

Forro em gesso acartonado na cozinha e banheiro.

Gesso liso desempenado nas paredes das salas e quartos com acabamento em pintura látex.

O acabamento de teto da sala e quartos é em gesso liso desempenado sobre chapisco rolado em laje e pintura látex.

Um ponto de água quente para chuveiro, tubulação AQ CPVC branco, aquecedor de passagem para gás natural.

Previsto um ponto de ar condicionado (somente a infraestrutura – dreno, força, e tubulações de cobre) localizado na sala.

Instalações elétricas e hidros sanitárias convencionais.

Shaft hidráulico no banheiro construído em fechamento em gesso acartonado.

Shaft hidráulico da cozinha, fechamento realizado em alvenaria de vedação.

Todas as áreas molhadas e molháveis foram previstas ralos e impermeabilização com cimento cristalizante/argamassa polimérica.

O revestimento de parede da cozinha e banheiro foi realizado em cerâmica sem camada de emboço (direto no bloco), utilizando camada dupla de colagem.

Esquadrias em madeira com miolo colmeia sistema convencional, foi utilizado kit porta pronta.

Esquadrias metálicas em alumínio, fixadas com contramarco metálico.

Pia da cozinha em aço inox.

Bancada do banheiro em granito.

Tanque de louça suspenso.

Ventilação forçada no banheiro através de *ventokit*.

Projeto de alvenaria

O projeto das alvenarias do pavimento-tipo está dividido da seguinte forma:

Folhas com a nomenclatura F ao F11;

Folha F: Forma do pavimento-tipo

Folhas F1 a F6: Armaduras da parede do pavimento-tipo

Folha F7: Armadura positiva da laje do pavimento-tipo

Folha F8: Armaduras negativas horizontais do pavimento-tipo

Folha F9: Armaduras negativas verticais do pavimento-tipo

Folha F10: Armaduras de vigas do pavimento-tipo

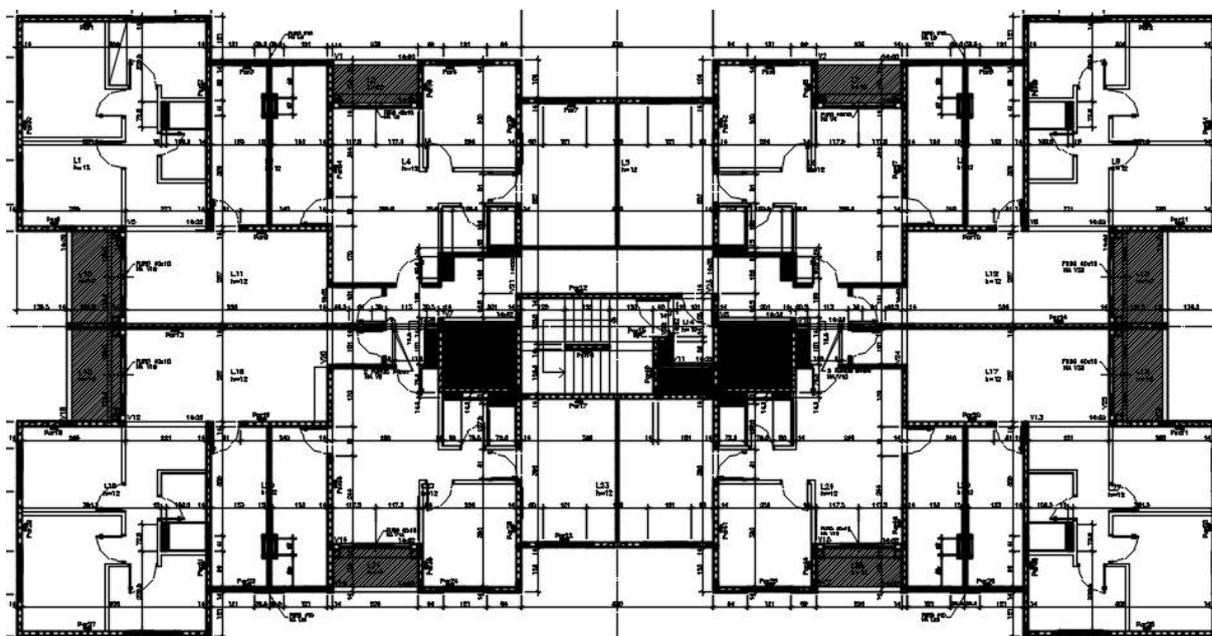
Folha F11: Forma e armaduras da escada do 12º pavimento a cobertura

A seguir será descrito o que cada folha destes projetos representa em suas plantas.

A folha denominada F – Forma do pavimento-tipo como mostra a figura a seguir apesar de ter o nome de forma, a mesma faz nomenclatura de cada alvenaria.

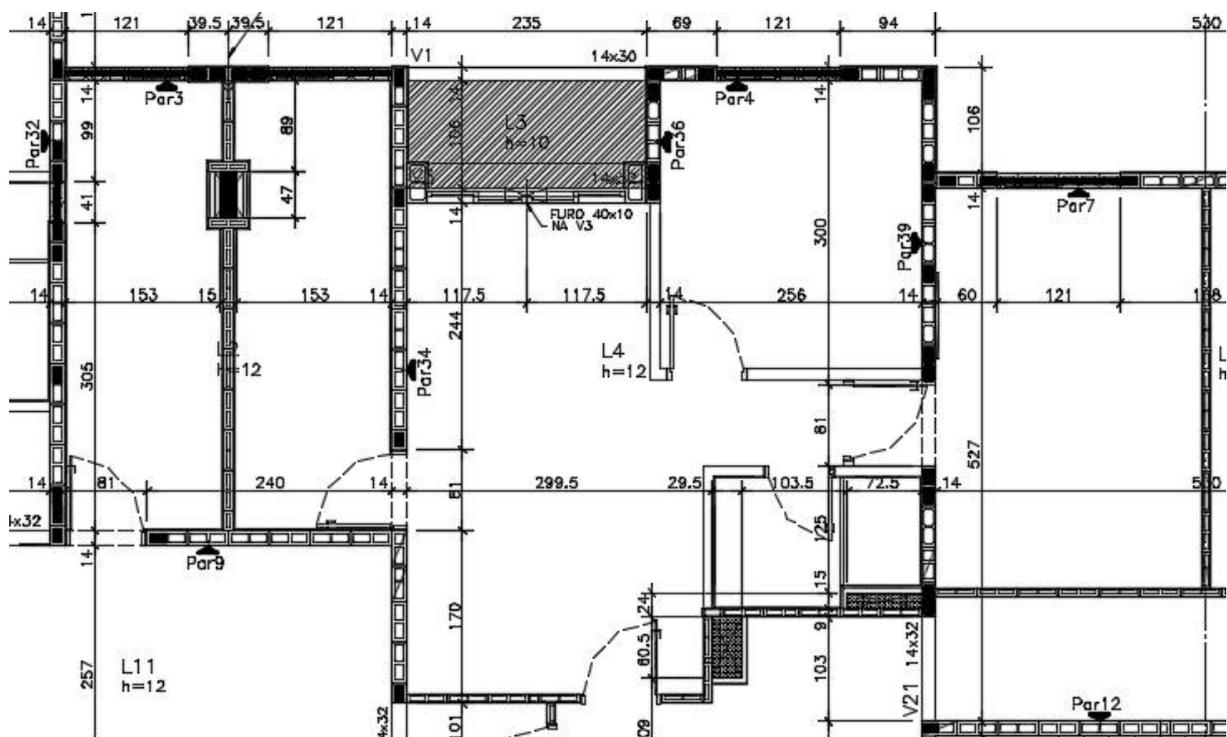
Desta nomenclatura é gerada uma folha com a elevação da mesma detalhando e modulando esta parede.

Figura 11 - Forma do pavimento-tipo



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Figura 13 – Forma do pavimento-tipo apto 50 m²

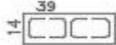
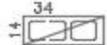


Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

A figura 15 mostra a legenda, demonstrando os tipos de blocos, logo nota-se a pequena quantidade de tipos de blocos utilizados.

Figura 14 – Folha F – Legenda

LEGENDA:

	BLOCOS DE 14x39x19cm
	BLOCOS DE 14x34x19cm
	BLOCOS DE 14x19x19cm
	BLOCOS DE COMPENSAÇÃO 14x9x19cm
	BLOCOS DE COMPENSAÇÃO 14x4x19cm
	JANELAS
	LADO DA VISTA DAS PAREDES NO DESENHO DE ELEVAÇÃO
	5- ÁREAS COM FURAÇÕES PARA INSTALAÇÕES, DEFINIDAS EM PLANTA.

Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

A figura 16 dispõem as notas onde é demonstrado algumas características desta alvenaria, por exemplo a relação entre a resistência dos blocos com a resistência da argamassa e *graut*.

Figura 15 – Folha F – Notas

NOTAS:

1. A DISPOSIÇÃO DOS BLOCOS DAS ALVENARIAS ESTRUTURAIS É CORRESPONDENTE À DA 1ª FIADA DO PAVIMENTO.
2. BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL.
3. RESISTÊNCIAS CARACTERÍSTICAS:

fbk BLOCOS (MPa)	fak ARGAMASSA (MPa)	fgk GRAUJE (MPa)	fpk PRISMA (MPa)
18.0	20.0	30.0	31.5
12.0	14.4	24.0	21.0
8.0	9.6	16.0	14.0
4.0	4.8	8.0	7.0

(1) ÁREA LÍQUIDA PARA PRISMAS OCOS E
ÁREA BRUTA PARA PRISMAS CHEIOS.

- 4- CARGAS DE ALVENARIAS BLOCOS CONCRETO.
ESPESSURA DE 9cm 121.0 kgf/m².
ESPESSURA DE 14cm 181.0 kgf/m².
5. AS PAREDES PAR 1 a PAR 51 SÃO ALVENARIAS DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL E NÃO PODERÃO SER REMOVIDAS, DEMOLIDAS PARCIALMENTE OU TER SUAS ABERTURAS ALTERADAS SEM PRÉVIA CONSULTA AO PROJETISTA ESTRUTURAL.

Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

A figura 17 mostra algumas características que foram utilizadas para o cálculo da estrutura, por exemplo a sobre carga útil de 150 kfg/m², revestimentos 1900 kfg/m³, etc.

Figura 16 – Folha F – notas e especificações

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad / \quad E_{cs} = 26.1 \text{ GPa}$$

E S P E C I F I C A Ç Õ E S				
CARGAS		CONCRETO	AÇOS	EXECUÇÃO
SOBRECARGA ÚTIL	150 kgf/m ²	NBR 6118 - 2003	NBR 6118 - 2003	DE ACORDO COM AS NORMAS BRASILEIRAS
ALVENARIAS	VER NOTA 4	A.B.N.T.	A.B.N.T.	
REVESTIMENTOS	1900 kgf/m ³	f _{ck} = 30 MPa	CA 50	VERIFICAR COTAS NA OBRA
ENCHIMENTOS	* * *	E _{cs} = 26.1 GPa	CA 60	
COBERTURAS	* * *			

Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Uma das informações mais importantes desta folha é a locação da 1ª fiada do pavimento-tipo, demonstrando cada bloco que será utilizado, suas dimensões, assim também como o espaçamento entre bloco e as nomenclaturas de cada parede em que posteriormente será demonstrado abaixo, será apresentada a elevação de cada parede.

Nota-se que não foi colocado nomenclatura para as paredes de vedações, ficando a cargo então da obra decidir como fazê-las.

Desta forma cai muito o rendimento da obra, pois não se tem sua elevação contendo os detalhamentos necessários para se executar essas paredes, gerando refazimentos, perdas de materiais devido à alta quantidade de quebras, diminuição da produtividade e racionalidade, entre outros.

As plantas F1 a F6 denominadas plantas de armações do pavimento-tipo, são as plantas onde são realizadas as elevações das alvenarias do pavimento-tipo.

É evidenciado nestas elevações:

Planta da 1ª fiada;

Planta da 2ª fiada;

Elevação da parede demonstrando cada tipo de bloco a ser utilizado;

Posicionamento das armações;

Locação dos pontos do graute;

Blocos canaletas;

Detalhamento das armações;

Detalhes de amarrações;

Resumo do aço;

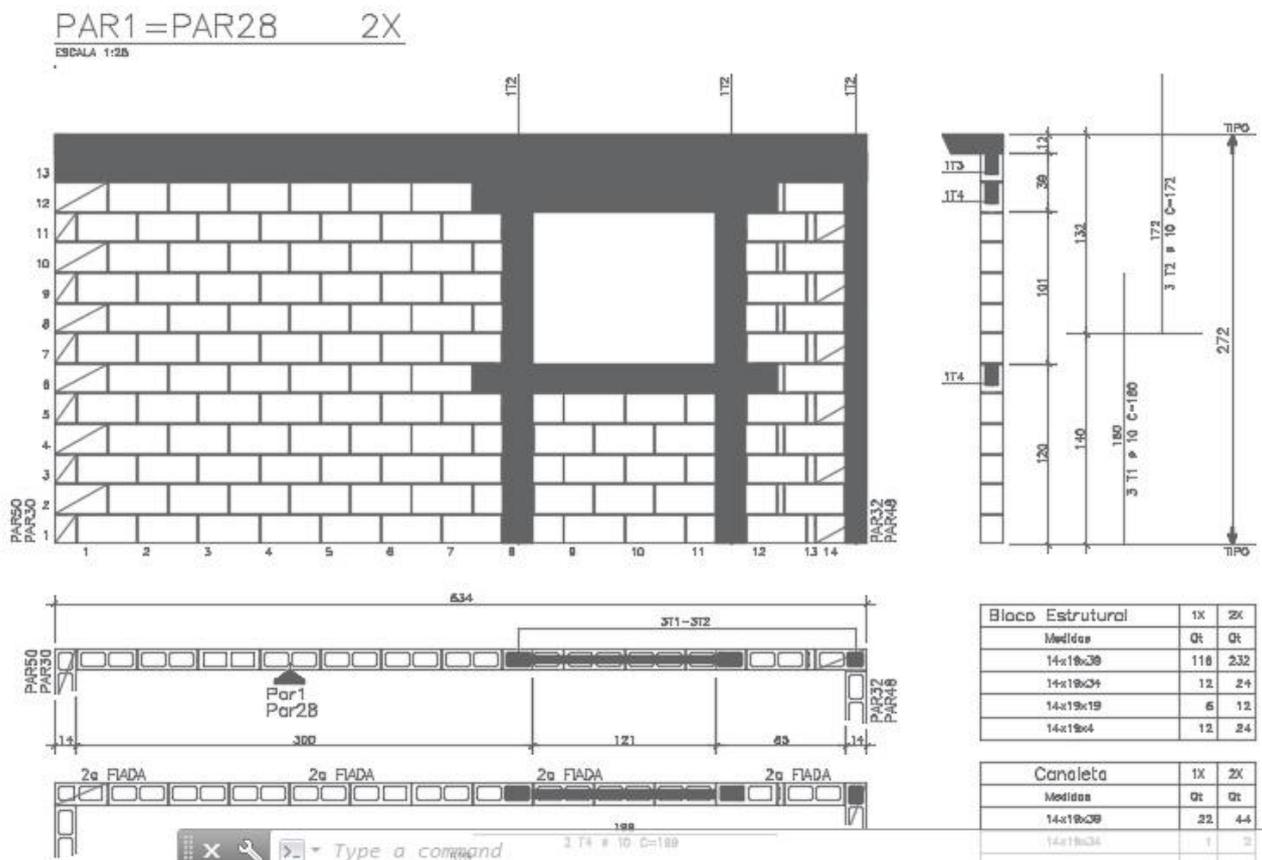
Resumo dos blocos;

Não fica claro qual o bloco a ser utilizado, tendo que o engenheiro faça a análise do desenho das elevações e o detalhe de resumo dos blocos, determinando qual bloco será utilizado na elevação das paredes.

Também não é demonstrado a espessura da junta, desta forma fora utilizado 1 cm como padrão.

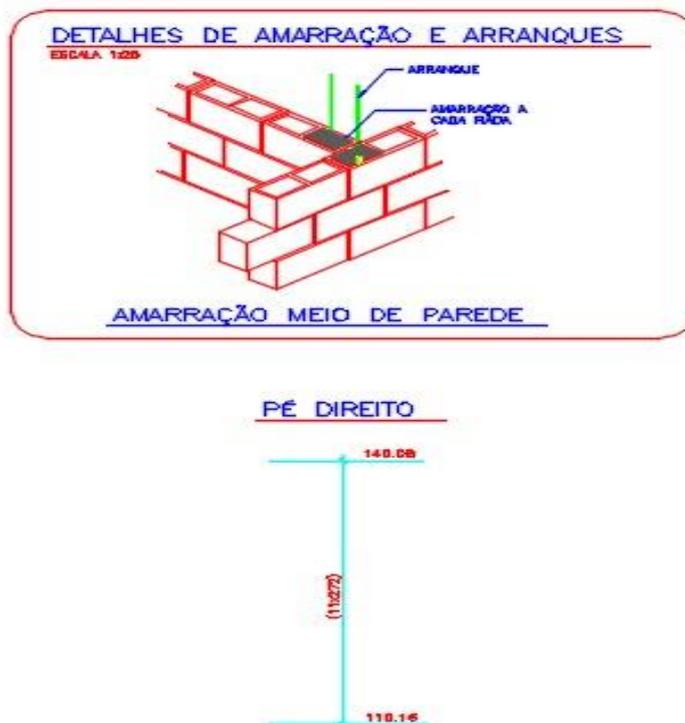
A figura 18 demonstra a elevação da parede.

Figura 17 – Elevação da parede



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Figura 18 – Planta F1 – Detalhe da amarração e pé direito



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

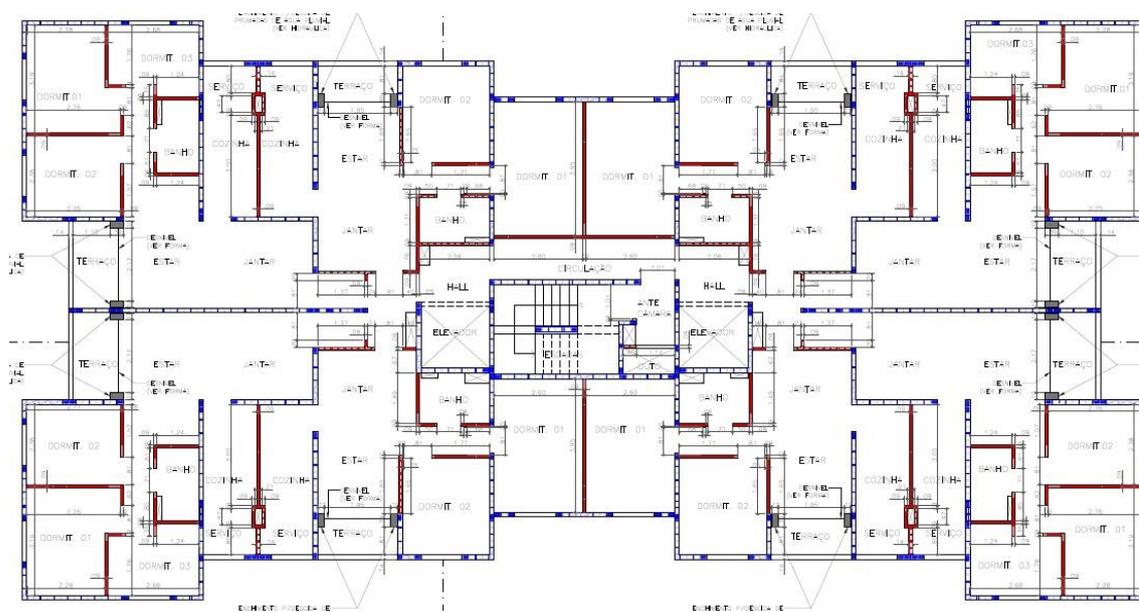
As plantas que seguem da F7 a F11 não fazem parte do objeto do estudo por tratarem de armações, escadas, etc.

A planta de alvenaria de vedação foi localizada no caderno de arquitetura com a nomenclatura Alvenarias do pavimento-tipo – Torre A e Torre B.

Não foi localizado plantas de elevações das alvenarias de vedação, assim como detalhamento de uso de argamassa, juntas, modulações, tipos de blocos, fixações das alvenarias junto ao teto, fixações das alvenarias junto a paredes, detalhes de tela, amarrações quando necessário, etc.

A figura a seguir apresenta o projeto de alvenaria do pavimento-tipo.

Figura 19 – Alvenaria do pavimento-tipo



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Figura 20 – Alvenaria do pavimento-tipo – legenda

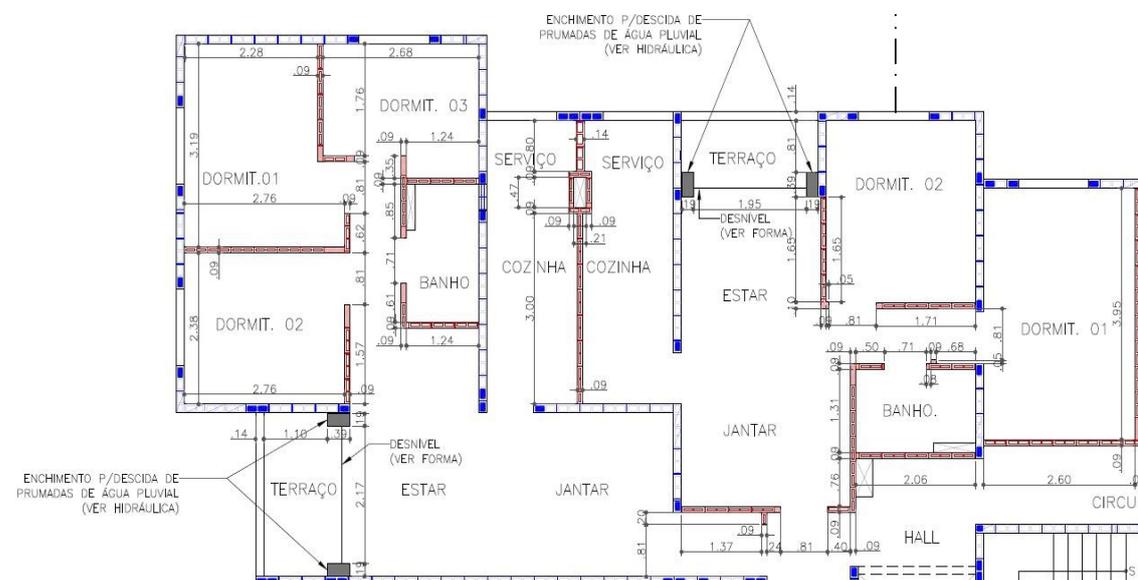
LEGENDA DE ALVENARIAS

-  ALVENARIA ESTRUTURAL
-  ALVENARIA DE VEDAÇÃO (VER ESPESURA NO DESENHO)
-  QUEBRA DE BLOCO/PONTO DE ARGAMASSA

*OBS: ANOTAÇÃO UTILIZADA PARA MARCAÇÃO DA PRIMEIRA FIADA, AS DEMAIS TRABALHARÃO EM ALTERNÂNCIA.

Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Figura 21 – Alvenaria do pavimento-tipo – Detalhe dos apartamentos de 50 e 60 m²

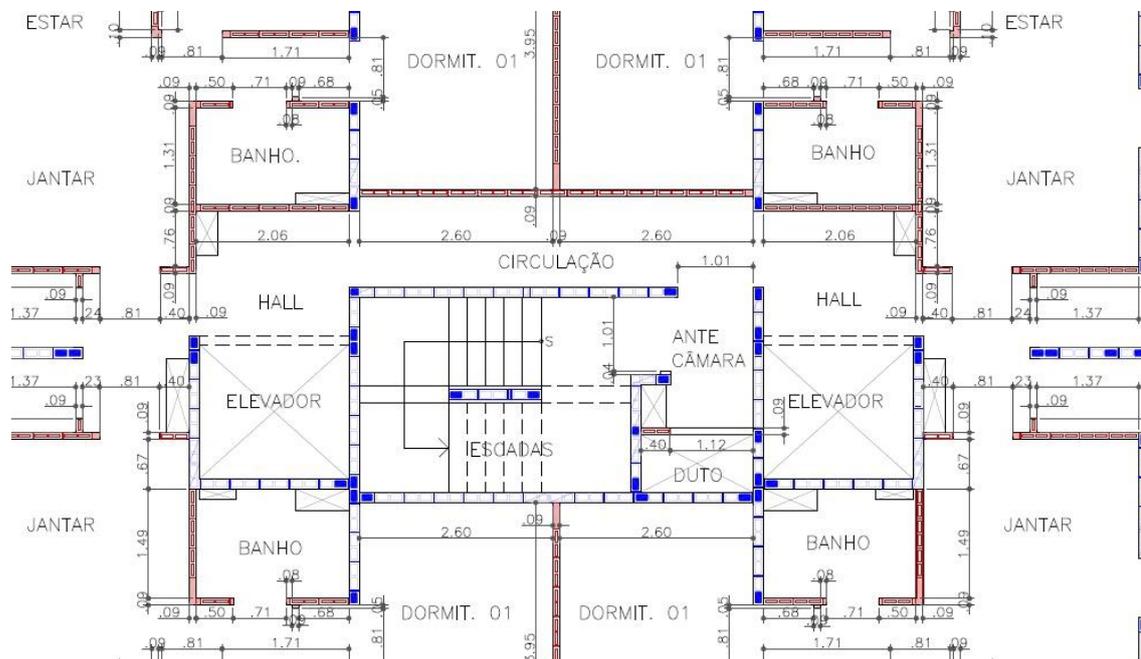


Fonte: Projeto estrutura– Bza, (2014)

A figura a seguir mostra o detalhe dos banheiros dos 4 apartamentos internos que são os apartamentos de 50 m².

Este detalhe é apresentado em específico, pois, nos dois banheiros situados atrás dos elevadores há um detalhe de um *shaft* construído em gesso acartonado em uma das paredes, este local foi destinado para a bancada do banheiro, que fora projetada para ocupar a parede inteira, de um lado a mesma ficou apoiada na alvenaria e do outro ficou apoiada no *drywall*, devendo então o engenheiro de campo adaptar a fixação durante a obra.

Figura 22 – Alvenaria do pavimento-tipo – Detalhe dos banheiros dos apartamentos de 50 m²

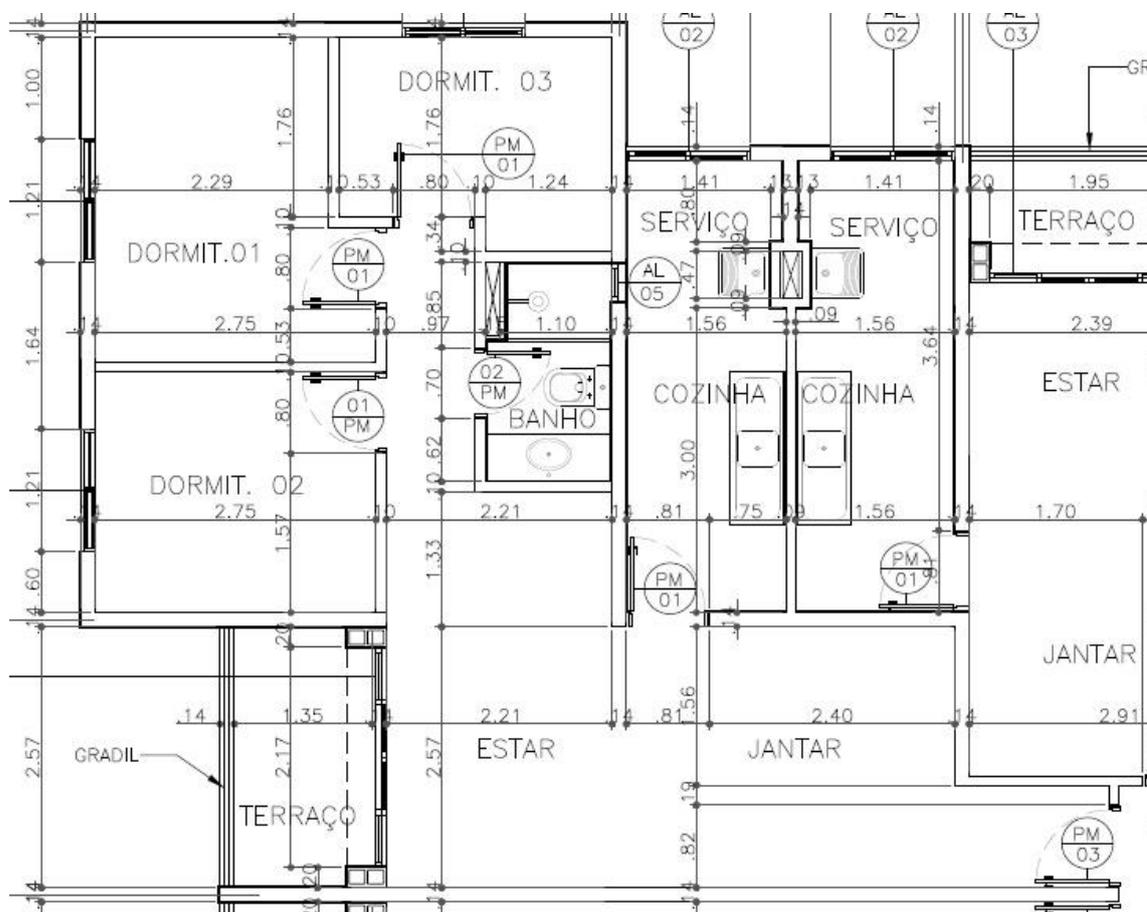


Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Houve problemas de espessuras de paredes com a compatibilização dos tamanhos dos ambientes.

Este autor acredita que o problema se originou na planta de arquitetura, por não pensar no usuário final e em todos os elementos que teriam acesso ao apartamento. Um desses problemas é a dimensão da passagem da porta da cozinha, uma porta com passagem de 70 cm. Desta forma não podendo entrar grandes objetos, por exemplo geladeira.

Figura 23 – Alvenaria do pavimento-tipo – Detalhe das medidas acabadas do apartamento de 60 m²



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

É possível notar que os 81 centímetros demonstrado na planta na porta da cozinha, a cota está por fora do batente, gerando um vão luz de 70 cm.

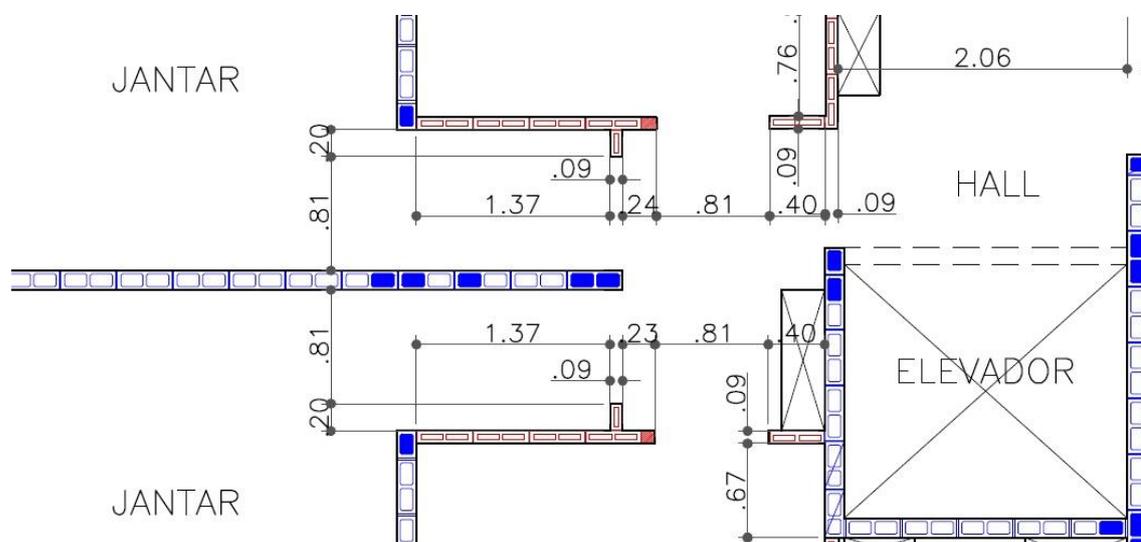
Este fato gerou muitas reclamações por parte dos moradores.

Outro fato que não foi compatibilizado foi a entrada do apartamento, o projeto demonstra uma medida total do hall de entrada do apartamento de 101 cm, ficando de um lado 20 cm e o vão de 81 cm.

Estas medidas é no bloco, não considerando ainda seu revestimento.

Conforme demonstra figura a seguir.

Figura 24 – Alvenaria do pavimento-tipo – Detalhe das medidas da porta de entrada do apartamento de 60 m²



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

No pavimento-tipo são 4 apartamentos de 60 m² e um total de 100 unidades no empreendimento.

Descontando também a fixação dos batentes e o próprio batente sobra um vão luz também de 70 cm.

Desta forma ocasionando o primeiro impasse nesta passagem.

Assim, não é possível entrar com máquina de lavar, geladeira, dificuldade com as camas, e então quase que impossível o sofá.

O segundo impasse é a questão de que um lado da fixação da porta não há um enchimento para abrigar o acabamento do batente.

Dessa forma foi deslocado o vão para o eixo. Deixando 10 cm de cada lado.

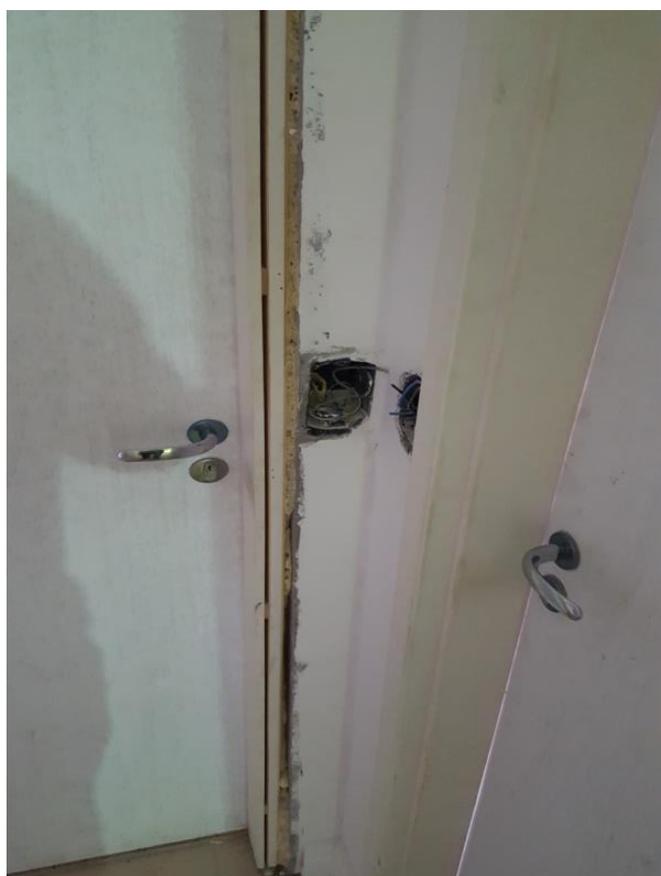
Por fim, a incorporação mudou durante a obra o tamanho da porta aumentando o vão luz para 80 cm.

Devido a estas mudanças ocasionou outro conflito. Descontando o vão necessário para a fixação do batente, o revestimento das paredes e a guarnição em madeira não sobrou espaço para instalar a campainha do apartamento, tendo que ser decidido em obra mais uma vez o que fazer.

Foi deslocado a porta o máximo possível para perto da parte onde não havia abrigo de guarnição no início, fazendo um enchimento mínimo apenas para receber a guarnição, deixando o outro lado da porta com um espaço maior abrigando a campainha.

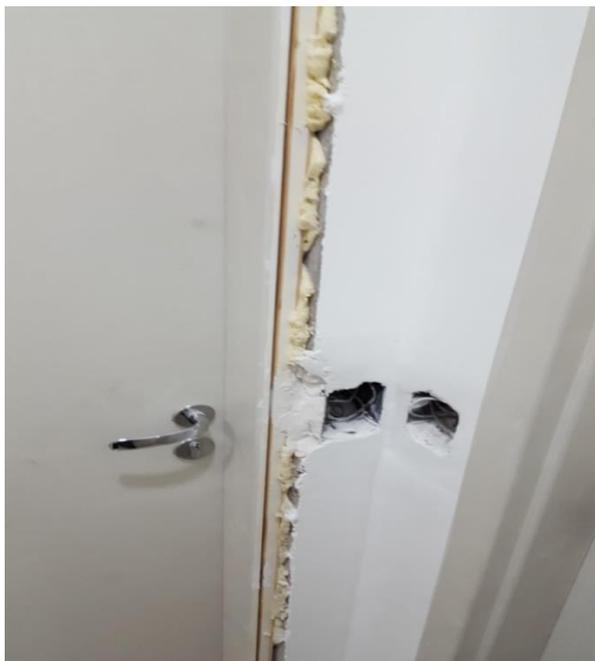
Ressalta-se que como será demonstrado em algumas fotos a seguir, em alguns andares não foi possível instalar a campainha na mesma parede, tendo que deslocar para a parede ao lado do vizinho, este fato se deu pela má execução das alvenarias.

Foto 01 - Detalhe da campainha



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 02 - Detalhe da campainha



Fonte: Acervo do autor (2017)

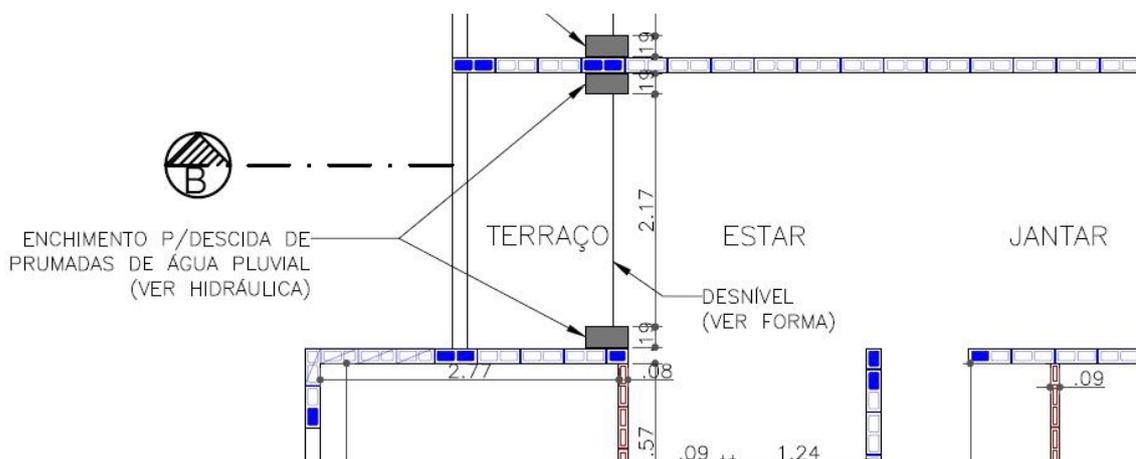
Foto 03 - Detalhe da campainha



Fonte: Acervo do autor (2017)

A figura 26 mostra o detalhe da sacada. O primeiro detalhe deste projeto é o ponto do ar condicionado localizado no eixo da viga que fica em cima da porta de correr de acesso a sacada, conforme demonstra a figura a seguir.

Figura 25 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe da sacada



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Devido a esta localização, os usuários finais não conseguiram fazer a colocação de cortina na sala.

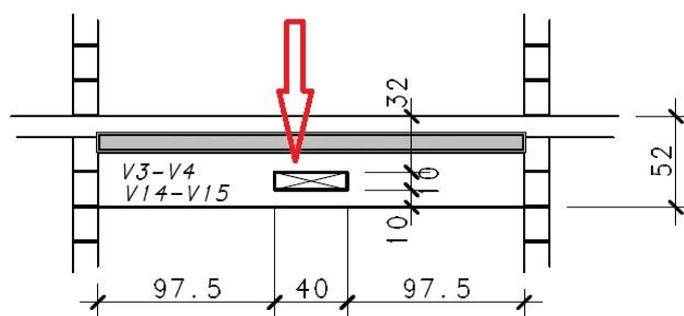
Além deste imprevisto, o projeto inicial mostrava somente onde eram as decidas de águas pluviais não sendo previsto o ponto de dreno do ar condicionado. Somente então que foi solicitado aos projetistas de hidráulica que incluíssem no projeto tal sistema para a devida execução.

A figura 27 mostra o detalhe da passagem feita no projeto de estrutura para as instalações do ar condicionado.

Figura 26 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do vão na viga da sacada para passagem das instalações do ar condicionado

ELEVAÇÃO DA V3-V4-V14-V15

ESCALA 1:50



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Apesar de ser previsto em projeto estrutural esta passagem, houve, ainda assim, muitos erros de execução, conforme demonstram as fotos a seguir.

Foto 04 - Abertura em viga da varanda



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 05 - Abertura em viga da varanda



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 06 - Abertura em viga da varanda



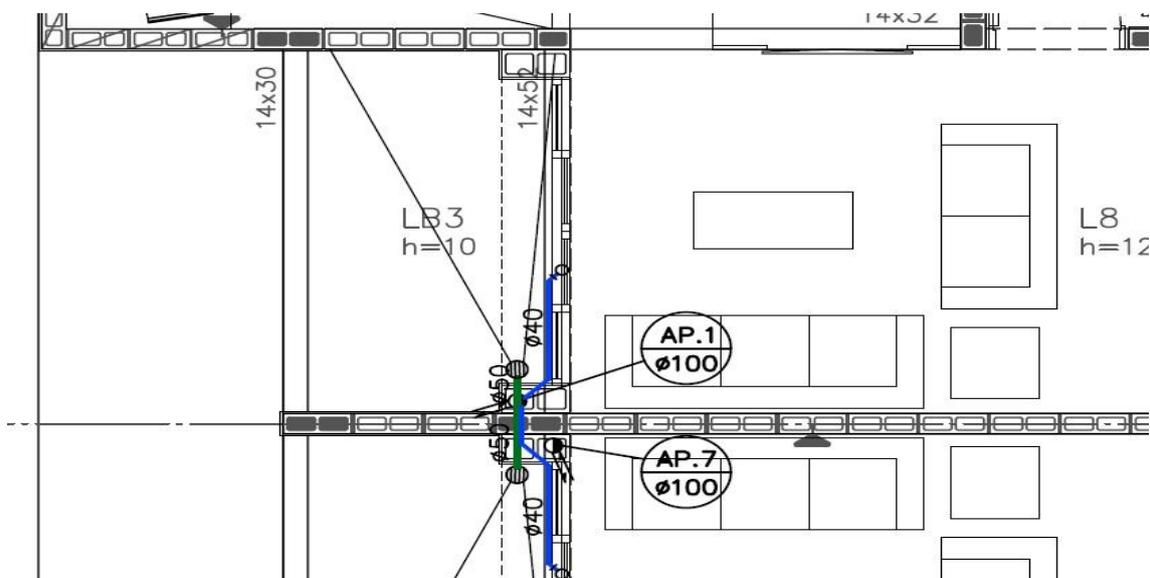
Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 07 - Fechamento do abrigo das instalações do ar condicionado



Fonte: Acervo do autor (2017)

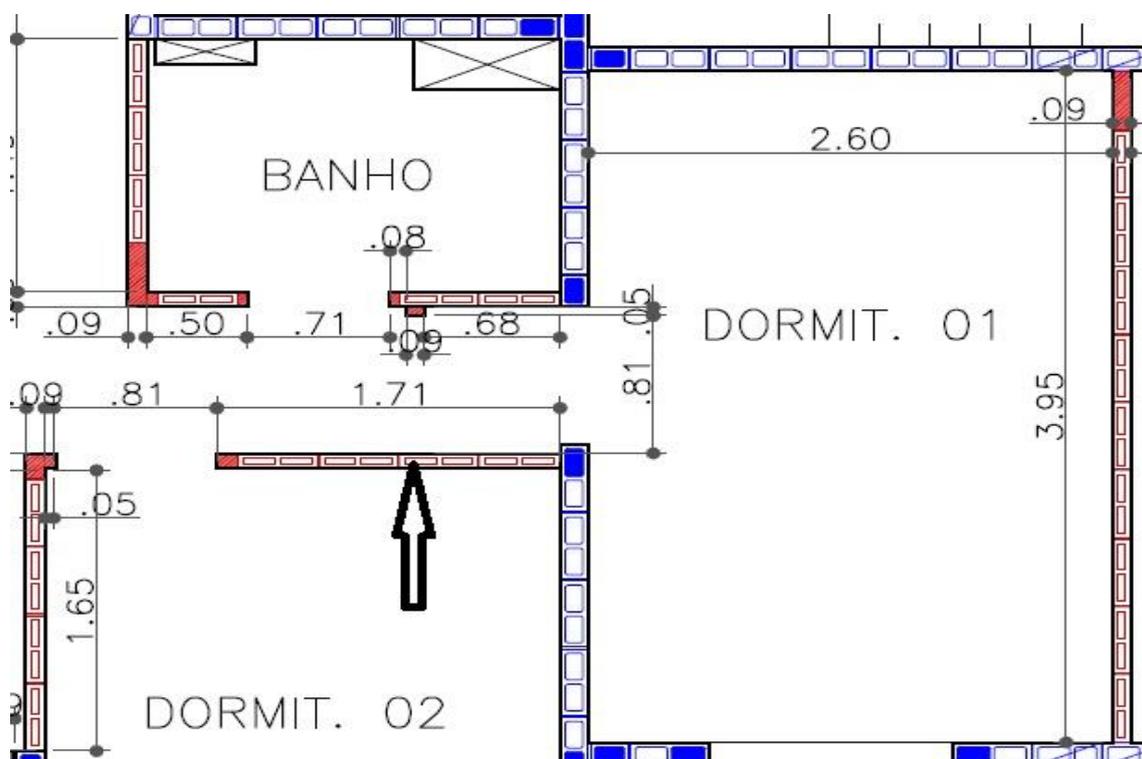
Figura 27 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do dreno de ar condicionado.



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

No apartamento de 50 m² são encontrados problemas de incompatibilidade na instalação da porta do quarto 1 devido à falta de enchimento/abrigo para receber o batente da porta, conforme demonstra figura a seguir.

Figura 28 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe do dreno de ar condicionado



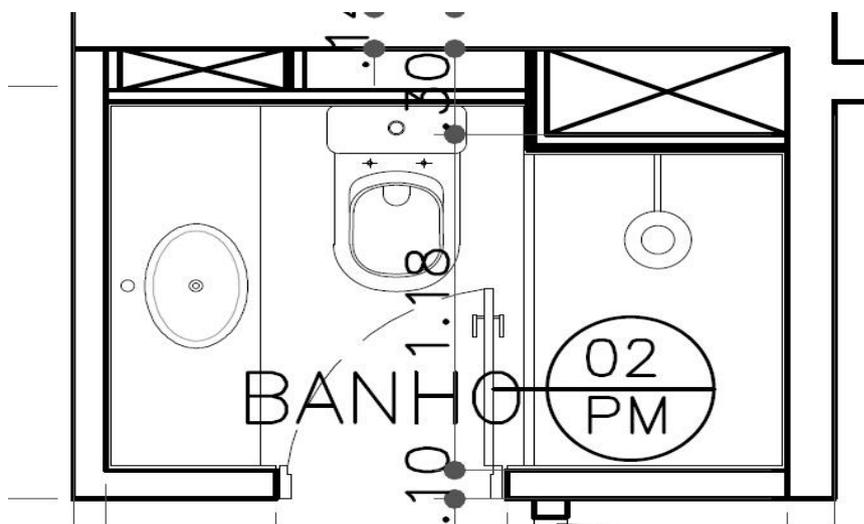
Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Foi executado enchimento mínimo dos dois lados do corredor, realizando um ajuste em obra.

Posteriormente o projetista mudou a porta para o início do corredor, diminuindo então o tamanho do quarto, deixando o mesmo sem corredor.

A figura 30 mostra o layout do banheiro.

Figura 29 – Alvenaria do pavimento-tipo – BANHO.



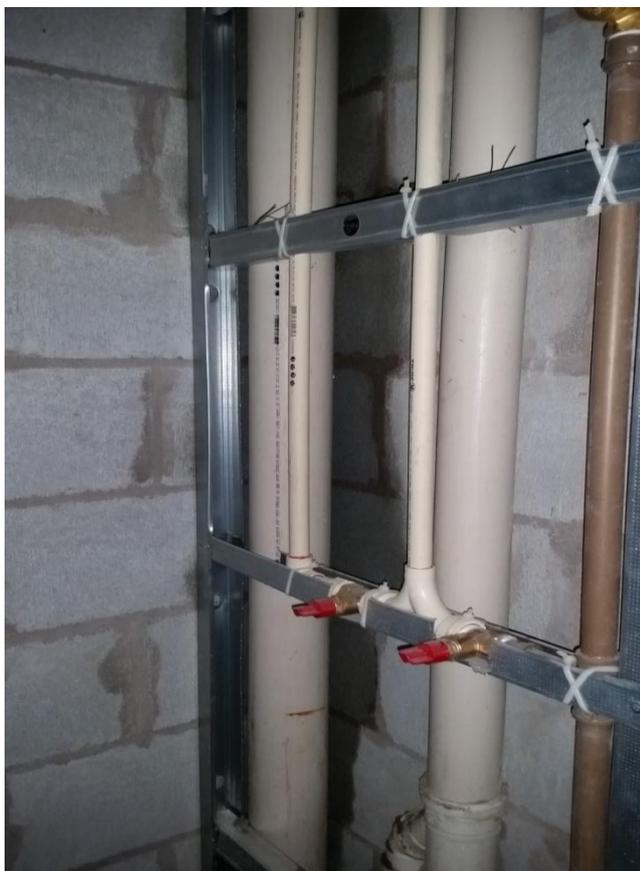
Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Neste ambiente foi projetado a parede hidráulica do Box em fechamento em gesso acartonado e para suas instalações, foram desenvolvidos kits hidráulicos produzidos em uma central construída no canteiro de obra.

O problema detectado é que como não foi desenvolvido projeto para esta parede hidráulica o kit hidráulico não ficou compatibilizado com a parede hidráulica, desta forma foi necessário utilizar um compensador nos registros dos pontos de água fria e quente (misturador) do chuveiro devido o mesmo ter ficado para dentro do revestimento.

Quando executado o revestimento cerâmico desta parede hidráulica o mesmo comprometeu o registro do chuveiro, deixando então os mesmos “curto” conforme demonstra foto a seguir.

Foto 08 - Kit hidráulico da parede hidráulica do box



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 09 - Kit hidráulico da parede hidráulica do box



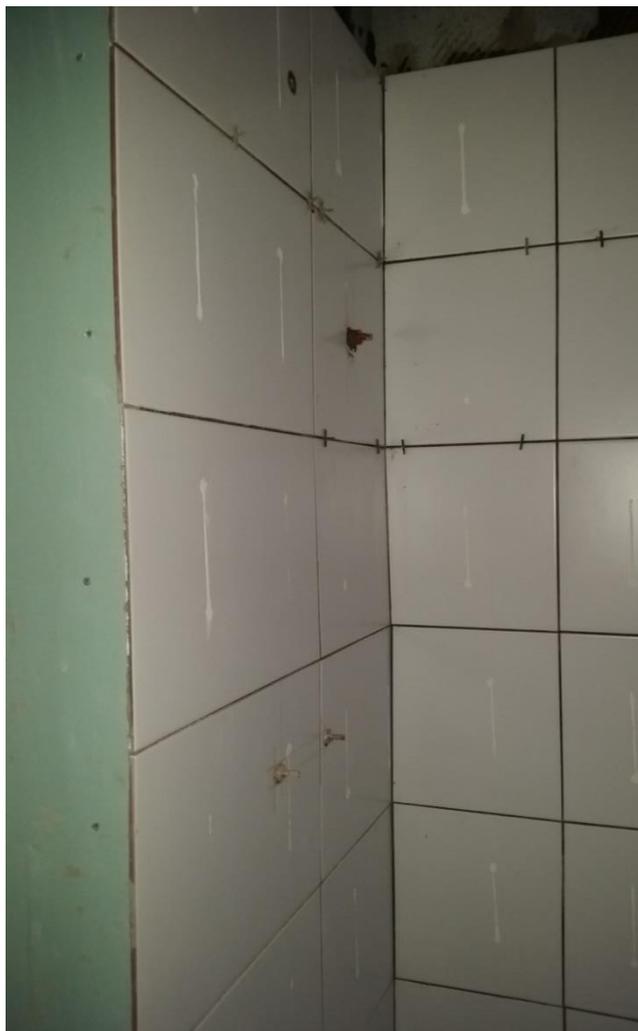
Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 10 - Kit hidráulico da parede hidráulica do box



Fonte: Acervo do autor (2017)

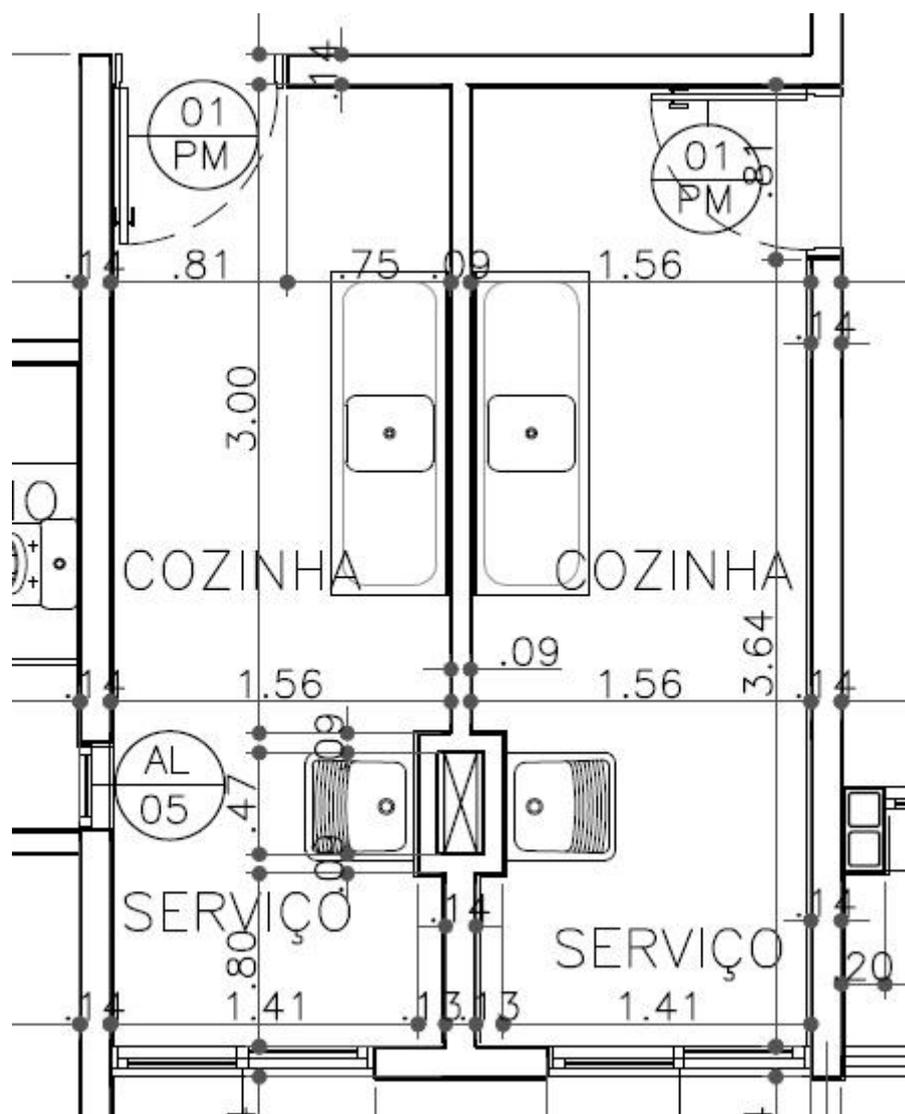
Foto 11 - Kit hidráulico da parede hidráulica do box



Fonte: Acervo do autor (2017)

A figura 31 mostra o *layout* da cozinha. Será demonstrado as interferências encontradas neste local.

Figura 30 – Alvenaria do pavimento-tipo – detalhe da cozinha



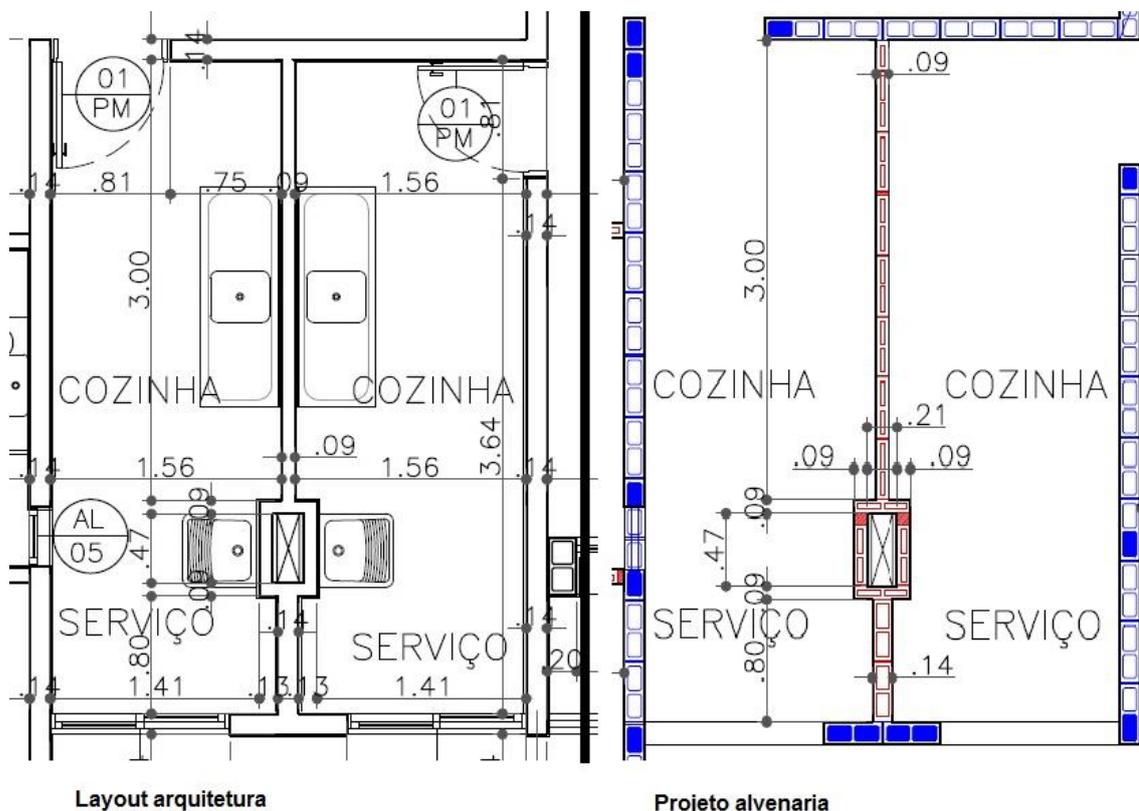
Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

A cozinha foi projetada para ser executada inteira com revestimento cerâmico.

Este revestimento foi executado direto no bloco, não tendo o revestimento de parede em argamassa.

Antes de demonstrar os itens da cozinha, far-se-á um comparativo do projeto de arquitetura *leiaute*, demonstrando as medidas acabadas e o projeto de alvenaria conforme figura adiante exposta.

Figura 31 – Comparação do projeto de arquitetura (*layout* x projeto alvenaria)



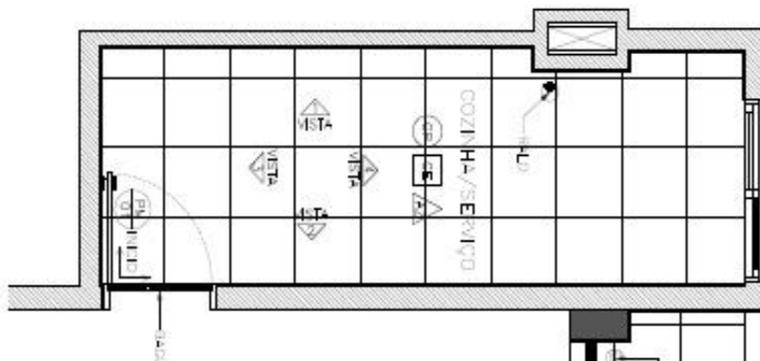
Fonte: Produção do autor (2017)

Pode-se notar importantes incompatibilizações que vão gerar grandes problemas futuros.

As mesmas medidas do leiaute são as mesmas medidas dos blocos, exemplo a área de serviço tem 80 cm acabada e 80 cm no projeto de alvenaria, desta forma ocasionando incompatibilidade quando da execução do revestimento cerâmico e outras instalações.

A seguir será apresentada as figuras e fotos da paginação do piso cerâmico e suas incompatibilidades.

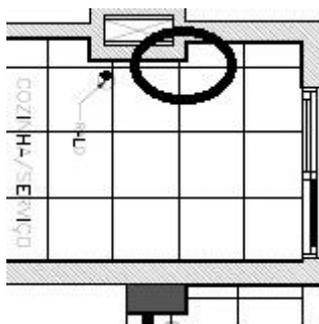
Figura 32 – Paginação do piso cerâmico da cozinha



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

A primeira incompatibilidade desta paginação é o filete que sobrou no canto do *shaft* hidráulico, sendo impossível executar tal tamanho de filete cerâmico.

Figura 33 – Detalhe do *shaft* hidráulico da cozinha



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Foi determinado em obra o aumento da parede hidráulica através de um enchimento em argamassa, alterando de 2 cm aproximadamente para 5 cm o filete.

Foto 12 - *Shaft* Hidráulico – Diferença para acabamento



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 13 - *Shaft* Hidráulico – Diferença para acabamento



Fonte: Acervo do autor (2017)

Porém, o autor ressalta que ainda tem o problema que o projeto não previa o revestimento de parede, acrescentando o aumento do tamanho da parede do *shaft*, mais o acréscimo do enchimento para abrigar o recorte da cerâmica, houve problemas

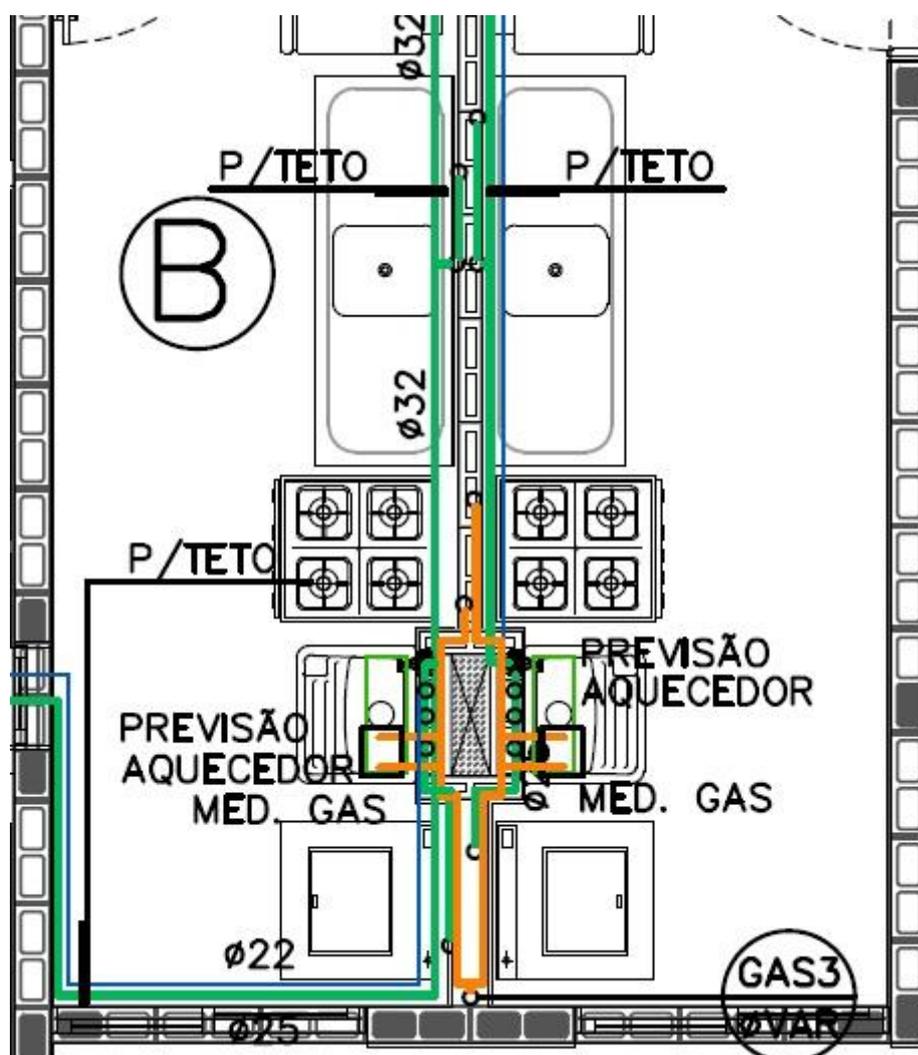
para executar o ponto da torneira de alimentação de água fria para a máquina de lavar, esta torneira ficou batendo na lateral do *shaft*.

Houve a mudança do ponto hidráulico e a troca do tipo de torneira para uma menor.

Outro problema encontrado foi na própria execução da parede hidráulica.

A figura a seguir demonstra as instalações que pertencem a este *shaft*.

Figura 34 – Detalhe do *shaft* hidráulica cozinha – Instalações



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Foi previsto a execução deste *shaft* em alvenaria de blocos de vedação, com isto, primeiramente foi construído a parede, depois de pronta, para que fosse possível

completar as instalações esta parede foi inteira quebrada conforme demonstra foto abaixo.

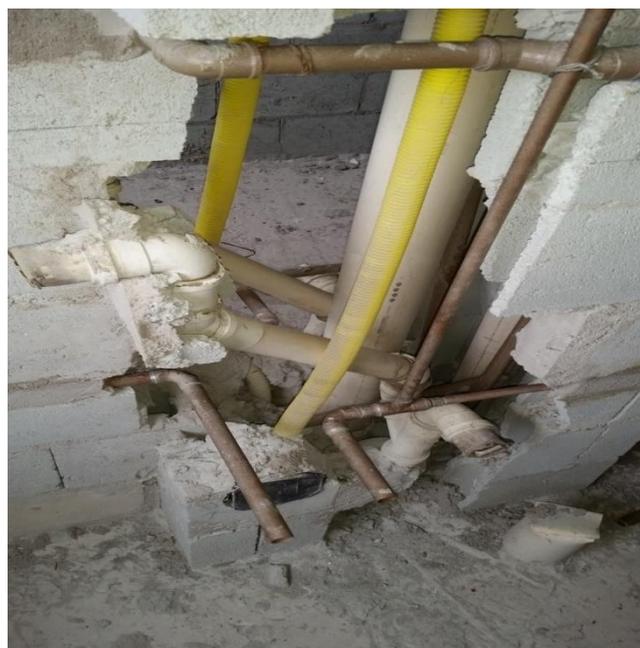
Foto 14 - *Shaft* hidráulico



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 15 - *Shaft* hidráulico

Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 16 - *Shaft* hidráulico

Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 17 - *Shaft* hidráulico

Fonte: Acervo do autor (2017)

Um outro detalhe importante é que o projetista posteriormente solicitou a execução de um ponto de água e esgoto debaixo da pia para atender a máquina de lavar pratos, como não havia detalhes no projeto desta tubulação, as decisões foram tomadas em obra.

Quanto a abrigar estas tubulações da máquina de lavar pratos e também do esgoto da pia foi solicitado a execução de uma boneca em alvenaria. Que por sua vez no início havia um tamanho, mudou de tamanho, e depois mudou de acabamento, gerando então retrabalhos em cima de retrabalhos em obra.

Foto 18 - Instalações máquina de lavar prato e esgoto pia



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 19 - Instalações máquina de lavar prato e esgoto pia



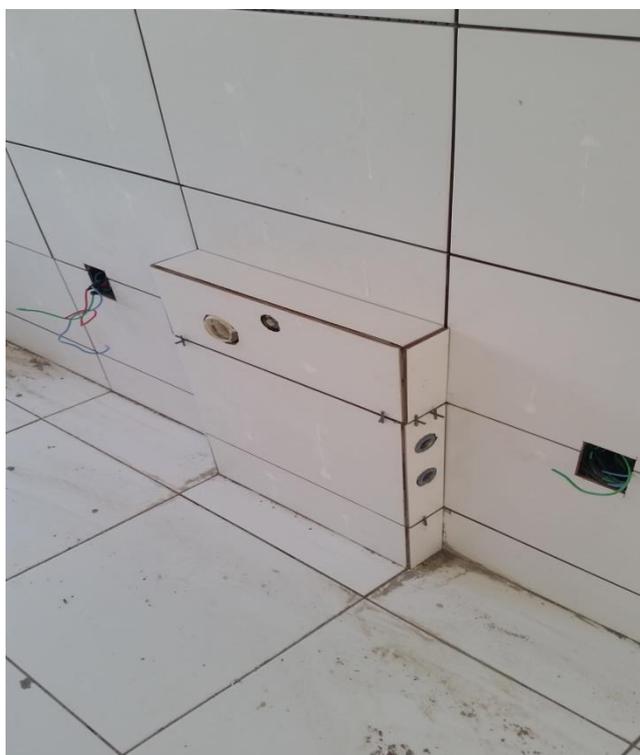
Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 20 - Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 21 - Instalações da máquina de lavar prato, esgoto e pia



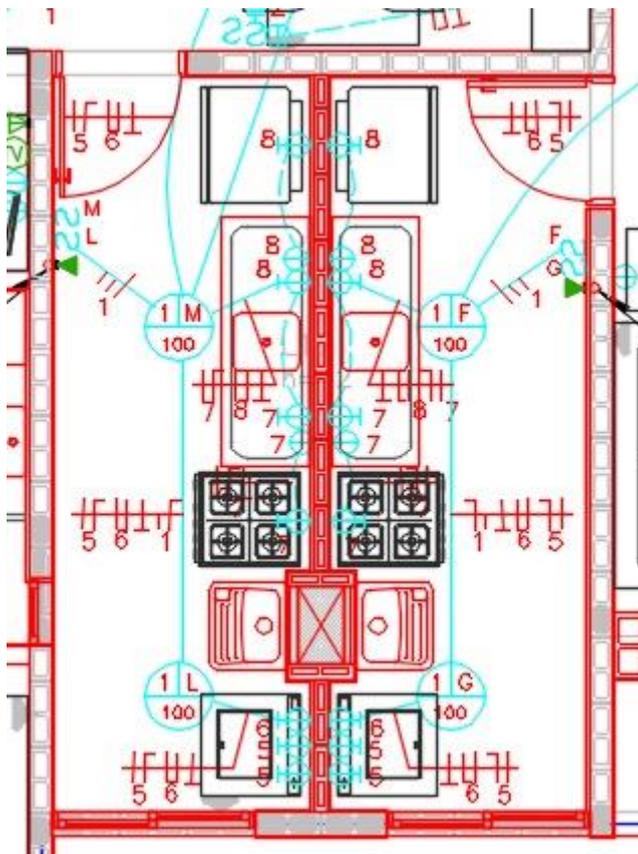
Fonte: Acervo do autor (2017)

Esta boneca em alvenaria também traz incompatibilidade quando da parte elétrica que será citado abaixo.

Na parte elétrica foram detectados alguns problemas.

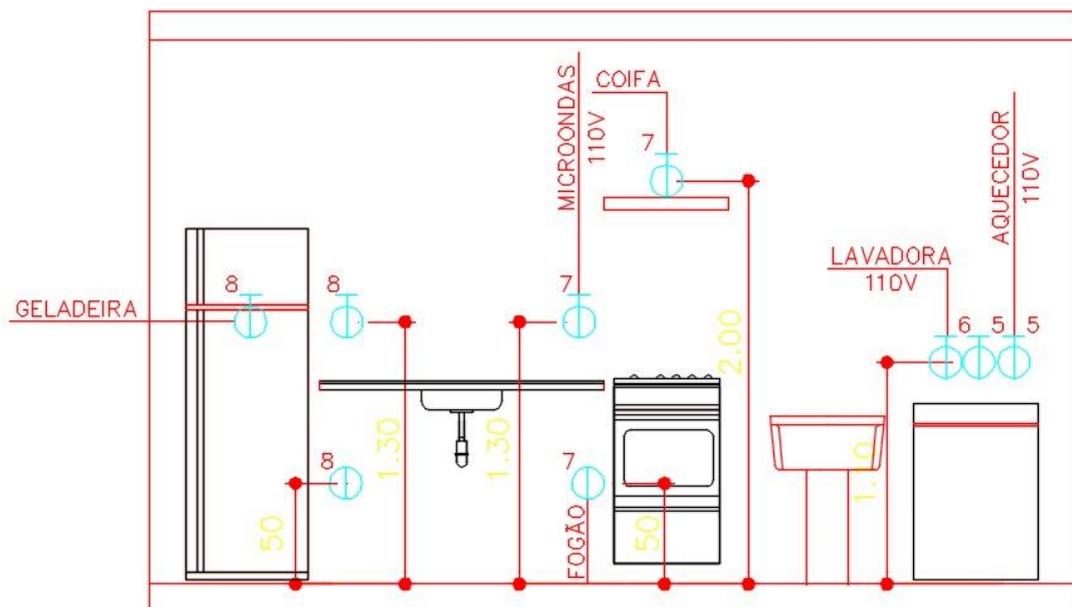
O primeiro, foi por ter sido considerado parede de 9 cm como divisão das duas cozinhas (vizinho/vizinho), a princípio o projeto mostrava algumas tomadas na mesma direção, não podendo então ser executada devido a espessura da parede, conforme demonstra figura abaixo.

Figura 35 – Instalações elétricas da cozinha



Fonte: Projeto instalações – Bza, (2014)

Figura 36 – Instalações elétricas da cozinha vista



VISTAS COZINHA / AREA DE SERVIÇO
 ESC. 1:50

Fonte: Projeto instalações– Bza, (2014)

Na figura é possível notar as tomadas debaixo da pia no mesmo sentido e direção. Como citado, não podendo ser executado.

Por ter uma boneca hidráulica debaixo da pia, foi difícil mover está tomada de uma das cozinhas para o lado.

Uma parte ficava impossível devido a área destinada a geladeira, a outra havia a boneca, para cima a pia, e para baixo muito perto do piso.

Então ficou decidido mover a tomada das duas cozinhas, fazendo de uma forma que atendesse ao projeto final.

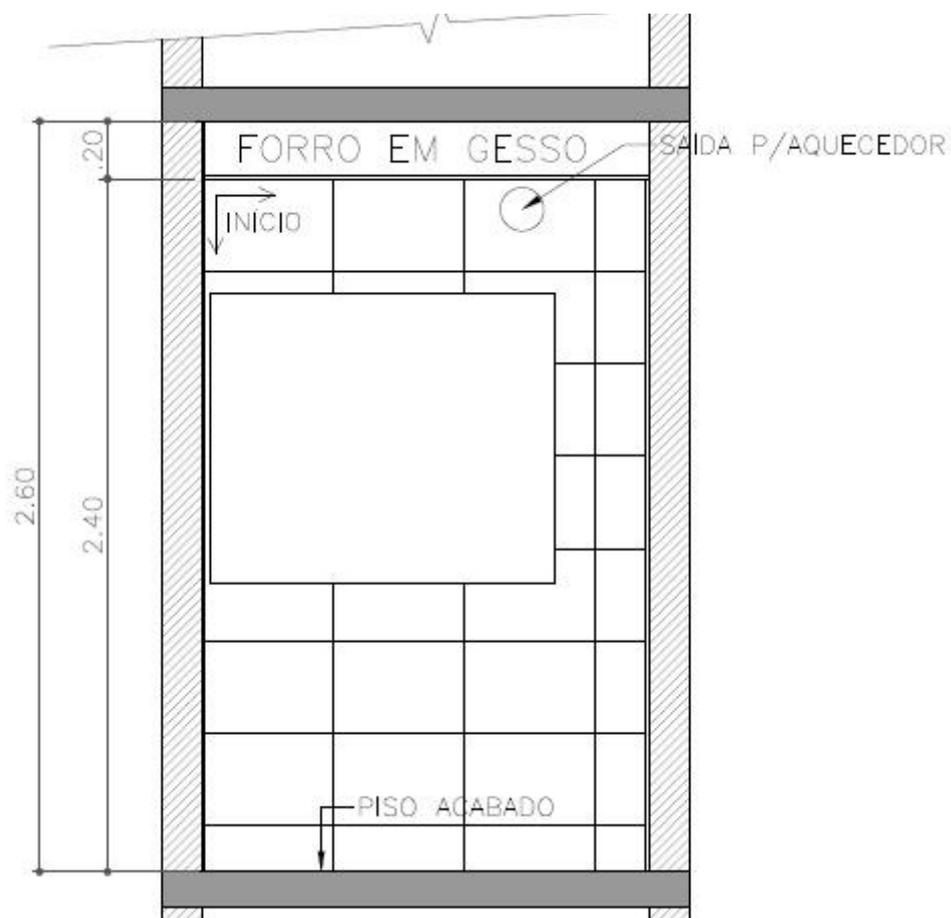
Porém, estas decisões tomadas depois do projeto executivo definido, as paredes executadas com os pontos de elétrica e hidráulica, geram muitas decisões para serem tomadas em obra, ocasionando quebra de serviços executados, entulho, re-serviços, perda de produtividade, aumento do consumo de material, afetando deste modo o desempenho da obra e seu resultado.

Continuando citando as instalações, outro ponto foi a especificação de altura de forro mostrando 20 cm em relação ao teto.

Ocorreu dois problemas, o primeiro foi quanto ao pé direito da cozinha, com a execução do ralo da cozinha de cima, tendo que rebaixar mais o forro diminuindo o

seu pé direito, e tendo interferência com a furação deixada já na estrutura para saída do tubo do aquecedor de passagem a gás localizado na cozinha/área de serviço.

Figura 37 – Detalhe da saída do duto de aquecedor a gás



Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Foto 22 – Detalhe da saída do duto aquecedor a gás - execução



Fonte: Acervo do autor (2017)

Outra incompatibilidade encontrada foi quanto a execução da caixa de elétrica para interruptor ou tomada direto no bloco, como não há revestimento, a borda da caixa elétrica ficou aparente, saindo da alvenaria o necessário para interferir na execução do revestimento cerâmico. A peça cerâmica ficou batendo na caixa elétrica devido a espessura da cola não ser o suficiente para cobrir a caixa elétrica.

A foto 23 demonstra esta incompatibilidade.

Foto 23 - Incompatibilidade da caixa elétrica x cerâmica direto no bloco

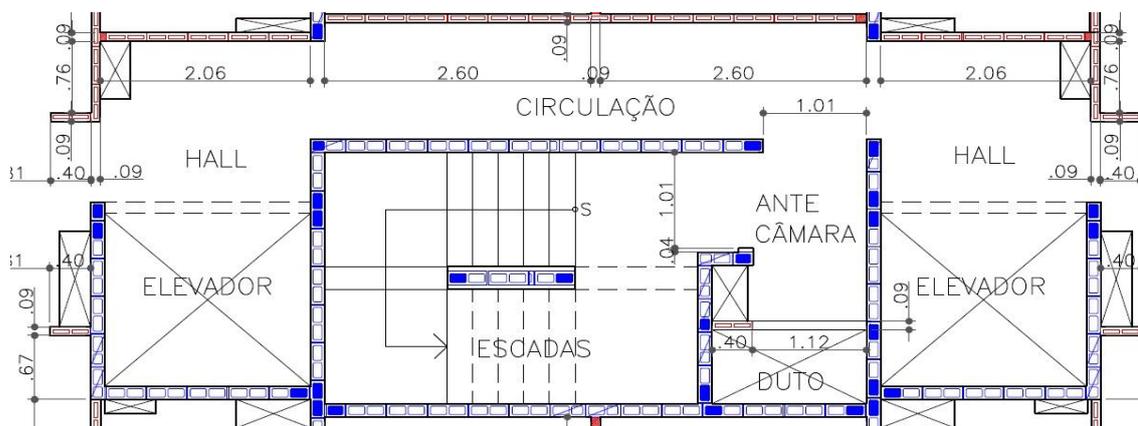


Fonte: Acervo do autor (2017)

Partindo para a área do hall de acesso dos apartamentos a primeira incompatibilização deu-se com as portas dos elevadores.

A figura 39 mostra o poço do elevador.

Figura 38 – Detalhe dos vãos dos elevadores



Fonte: Projeto estrutura – Bza, (2014)

Como não havia projeto de fechamento e acabamento das portas, todas as decisões foram tomadas em obra, posteriormente também houve mudança a pedido do projetista.

A primeira ideia foi de fazer o fechamento em alvenaria, depois fora mudado para fechamento em gesso acartonado.

Foto 24 – Detalhe dos vãos dos elevadores



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 25 – Detalhe vãos elevadores



Fonte: Acervo do autor (2017)

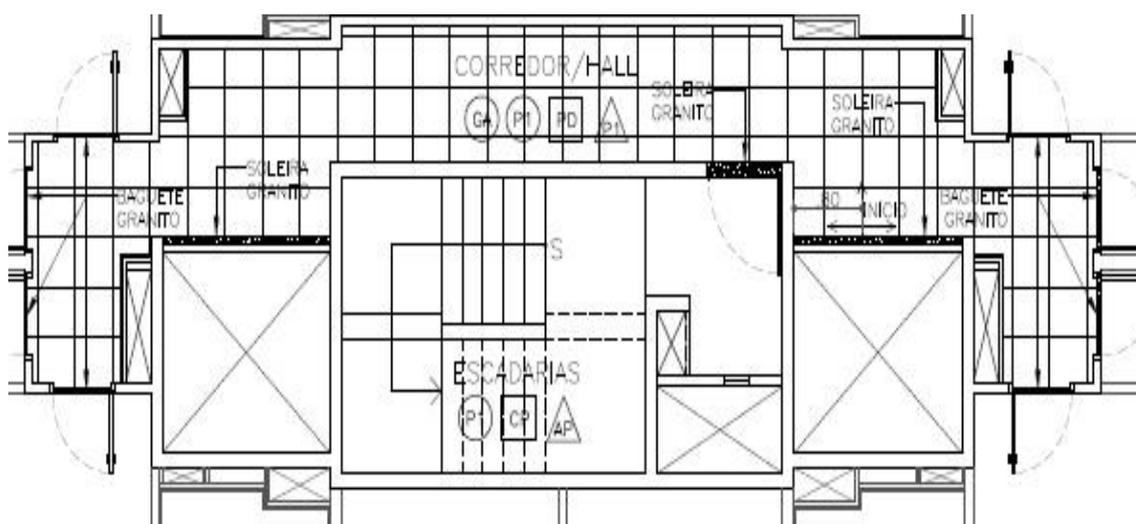
Foto 26 – Detalhe vãos elevadores



Fonte: Acervo do autor (2017)

Também por não ter projeto demonstrando este detalhe, tiveram-se as dúvidas quanto a posicionamento, largura, altura, planicidade e nível em relação a alvenaria, assim também como seu acabamento definitivo.

No projeto inicial pedia soleira em granito, depois foi mudado, alterando para cerâmica.

Figura 39 – Detalhe acabamento do *hall* dos elevadores

Fonte: Projeto arquitetônico – Bza, (2014)

Por incompatibilidade de projeto, a paginação de cerâmica também não atendeu ao especificado, pois um lado deu um recorte da peça maior do que a do outro.

Revestimento de piso, devido a erro de execução na laje houve um desnível de até 15 cm no pavimento. Dessa forma para regularizar esta margem, foi necessário executar o contrapiso com argamassa leve.

Este acontecimento gerou, além de gastos com demolição, (pois já haviam alguns apartamentos executados com argamassa comum, caçamba limpeza, etc.) gerou também o gasto a mais com a argamassa leve pois é utilizado incorporadores de ar, aditivos, entre outros em sua composição.

Além disto gerou algumas incompatibilidades, onde o contrapiso chegou a 15 cm o apartamento perdeu altura de pé direito, as caixas de elétrica ficaram próximas ao chão, foi necessário regularizar alturas de portas, as vezes até tendo que raspar o fundo de viga conforme aconteceu na sacada para que a altura desse certo com a execução da porta de correr, regularização de soleiras, batentes, entre outros.

Foto 27 – Contrapiso



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 28 – Contrapiso



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 29 – Contrapiso demolido



Fonte: Acervo do autor (2017)

Dessa forma é possível perceber a necessidade de realizar o mapeamento do pavimento, determinar a altura do contra piso antes de liberar a execução, claro que antes de tudo é necessário priorizar uma boa execução da estrutura, pois, nada disso teria acontecido. Por fim utilizar dos manuais de escopo de projeto para tais serviços.

Protótipo e validações

Quanto ao protótipo do empreendimento foi executado no andar térreo da torre, este, foi utilizado para sanar algumas dúvidas quanto a execução, mas como foi visto, não detectou todas as incompatibilidades. Pois, o mesmo fora utilizado mais como objeto de vendas do que como material de estudo para então executar o edifício.

Muitas coisas foram mudadas, no modelo o apartamento foi logo decorado, mudando muitos aspectos e impedindo de se detectar outros.

Os revestimentos cerâmicos, as esquadrias de madeira, os acabamentos de metais foram mudados.

No pavimento térreo não tinha os problemas de execução do pavimento-tipo.

Todas as interferências a cima citado não foram levadas em consideração, pois adaptaram o apartamento modelo (protótipo) para vendas e não como objeto de estudo.

Chalita (2010), cita que na maior parte das vezes o primeiro encontro que o projetista tem com a equipe de produção é a avaliação do protótipo de alvenarias do pavimento-tipo. Esse protótipo ocorre depois da execução das paredes do primeiro pavimento-tipo e tem como objetivo levantar as interferências encontradas, propor alternativas e validar soluções.

Seguindo os procedimentos dos manuais de escopos, pode-se analisar da seguinte forma, como se mostram os tópicos seguintes.

Coordenação de projeto

É possível identificar a falta da não conformidade, a não execução e não tomada de decisão e realização das seguintes etapas:

Compatibilização dos projetos.

Reuniões com os projetistas e com a equipe de campo.

Validações e liberações para início das etapas subsequentes.

Análise crítica das soluções para as interfaces técnicas de projetos.

Análise crítica e validações de memoriais.

Identificação e planejamento das etapas

Controle do processo, entre outros.

Talvez o ponto mais crítico deste projeto foi a compatibilização do mesmo, foi identificado diversos pontos de “não clareza” da solução técnica adotada, incompatibilizações entre interfaces, incompatibilizações entre elementos, incompatibilizações entre sistemas e subsistemas.

Além da compatibilização, é notável a falta da análise crítica das soluções para as interfaces técnicas de projeto.

Devido a esta falta, foi realizado e tomado muitas decisões em obra, gerando diversos prejuízos, não construtibilidade, retrabalhos, entre outros.

Vedações

Apesar de hoje a grande maioria das construtoras adotar o desenvolvimento do PPAV (Projeto de produção para alvenaria de vedação), neste empreendimento não foi adotado.

Foi desenvolvido um projeto para produção da alvenaria estrutural.

Não foi desenvolvido o PPAV, não houve um projeto de canteiro, não houve um planejamento da execução dos serviços.

Os materiais e como executar as paredes de vedações foram definidas em obra, pelo engenheiro residente e algumas vezes junto ao gestor.

Foi determinante a falta de algumas informações, tais como:

Elevação da parede de vedação.

Posicionamento dos blocos elétricos.

Posicionamento dos blocos hidráulicos.

Especificações e quantificações dos componentes de vedações verticais.

Detalhamento construtivo.

Treinamento da equipe para a execução das alvenarias antes de dar início a obra.

Reuniões com o projetista para esclarecimento do projeto.

As alvenarias deste empreendimento foram causadoras de muitas incompatibilidades com outros subsistemas, por exemplo as instalações elétricas e hidros sanitárias.

Intervenção devido a abertura para o elevador cremalheira

Um problema detectado foi quanto ao fechamento das alvenarias devido ao posicionamento da cremalheira.

O projeto de alvenaria não previa este fechamento posteriormente, ficando a cargo da equipe de obra determinar como seria feito.

O elevador cremalheira ficou posicionado na região dos dormitórios dos apartamentos, deixando em cada face onde o elevador ficou posicionado um fechamento em alvenaria estrutural a executar posteriormente. Houve também conflito com a parede de vedação interna na torre B.

As fotos a seguir mostram os elevadores e a interferência com a alvenaria de vedação (alvenaria “reta”).

Foto 30 - Vão elevador cremalheira



Fonte: Acervo do autor (2017)

Foto 31 - Interferência causada pelo vão da cremalheira



Fonte: Acervo do autor (2017)

Como é possível ver na foto a cima, não foi possível executar tela metálica ou outro tipo de fixação entre a alvenaria estrutural e a alvenaria de vedação interna.

Outro problema, talvez por ter tomado a decisão na obra é a questão quanto a posição dos blocos estruturais, não foi deixado amarração, a alvenaria ficou “reta”, tendo então que adaptar com grampos na hora de executar o fechamento do vão.

Ficou notável a falta do planejamento da obra, desenvolvimento do projeto de produção de alvenaria, compatibilização do projeto, detalhamentos, especificações técnicas, treinamento de equipe, monitoramento, validações, etc.

Todos esses itens são itens totalmente necessários para se desenvolver um trabalho pensando em construtibilidade, racionamento de materiais, otimização de recursos, redução de retrabalhos, aumento de produtividade.

Sem isso, a obra tem muito a perder, o orçamento tende a ficar muito maior, o prazo de obra aumenta, e além do prejuízo material e financeiro ainda tem a credibilidade e imagem da empresa. Com todos os atrasos a obra chegou a levar multa por ter ultrapassado 6 meses pós prazo de entrega contratual.

O capítulo a seguir demonstra as recomendações técnicas para a adoção de projeto para produção de alvenaria ressaltando e detalhando os itens citados a cima.

4 RECOMENDAÇÕES PARA MELHORIA DO PROJETO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM FOCO NO PROJETO DE PRODUÇÃO

Neste capítulo será descrito de forma sistêmica as recomendações para a adoção de um projeto de produção de alvenaria. Além deste, será abordado de forma objetiva e com foco na execução, os demais subsistemas que fazem interface com a alvenaria. O projeto de produção deve contar informações quanto ao planejamento, execução, controle, monitoramento, validação, logística, detalhes específicos, centrais de produção, canteiro de obra.

Assim, para que se possa criar um bom projeto de produção, deve-se desenvolver os seguintes tópicos:

- 1 - Gestão de projetos;
- 2 - Protótipo;
- 3 - Planejamento;
- 4 – Validações
- 5 – Retroalimentação.

Todos estes tópicos devem ser considerados partes integrantes de um projeto de produção.

Depois de fazer o passo a passo descrito acima será realizada uma discussão sobre os subsistemas que fazem interface com a alvenaria.

4.1 Gestão de projetos

Para que se obtenha um muito bom resultado na inserção do projeto de produção é necessário definir como se dará a gestão da implantação do projeto, desde o momento em que é tomada a decisão de implantar o PPAV. Deste modo, passando pelas etapas de desenvolvimento do projeto, implantação no canteiro de obras, acompanhando da aceitação dos serviços de alvenarias de vedação até a final avaliação do desempenho do subsistema.

É importante, que a engenharia atue desde a concepção do produto, desta maneira será possível desenvolver um trabalho em que seja possibilitada a construção de um edifício de forma contínua, sem erros na execução, sem improvisos, sem alterações.

O projeto de produção de vedação deve ser contratado e desenvolvido simultaneamente ao projeto executivo, servindo como ferramenta de coordenação de projetos.

O objetivo é ter o domínio do processo construtivo, possibilitando a tomada de decisão antecipadamente.

Seguindo esta premissa, o mais viável é terceirizar a contratação, porém, é recomendado que tenha um gestor de projetos na empresa. Este profissional ficará encarregado de orientar e passar todas as informações base, técnicas e de importância pela construtora ao projetista contratado.

Essas informações são resgatadas tanto do banco de tecnologia da empresa, quanto do conhecimento do processo construtivo de anos da empresa, assim como relação com fornecedores de materiais, os componentes e sistemas utilizados pela construtora, e também sua mão de obra.

Para o início do desenvolvimento do projeto para produção deve ser adotado um sistema de coordenação modular. Assim conseguir-se-á compatibilizar os projetos com suas interfaces, gerando racionalização da construção mediante aumento da produtividade e minimização dos erros em obra, diminuindo consideravelmente o consumo de materiais e recursos.

O autor adota como premissa para a contratação de um PPAV, que a empresa e/ou gestor deva ter as seguintes informações bem definidas:

- Condições contratuais;
- Levantamento das informações técnicas do empreendimento;
- Anteprojeto de arquitetura;
- Anteprojeto de estrutura;
- Anteprojeto de instalações;
- Outras interferências;
- Adoção de um sistema de coordenação modular.

A partir disto, um PPAV deve ter as seguintes informações claras e objetivas, de forma que fique totalmente entendível por todos os envolvidos no processo, desde o gestor, passando pelo engenheiro da obra e chegando a equipe de produção:

- Definição dos componentes das paredes de alvenaria;
- Planta de conferencia;
- Planta de locação dos eixos de alvenaria;
- Plantas de marcação de 1º e 2º fiada;

- Plantas de passagens de elétrica e hidráulica;
- Caderno de detalhe;
- Caderno de elevações;
- Caderno de recomendações e especificações técnicas;
- Juntas horizontais;
- Juntas verticais;
- Caracterização dos painéis de alvenaria;
- Definição das espessuras das alvenarias;
- Amarração das juntas verticais;
- União entre as paredes;
- Juntas de trabalho ou de controle;
- Caracterização da interface com os outros subsistemas;
- Interface alvenaria/estrutura;
- Interface alvenaria/esquadria;
- Vergas e contravergas;
- Interface alvenaria/instalações hidros sanitárias;
- Interface alvenaria/Instalações elétricas/dados e especiais;
- Interface alvenaria/revestimentos;
- Interface alvenaria/impermeabilização;
- Interface com o meio;
- Interface com a produção;
- Planejamento e organização do canteiro.

Outra informação muito relevante é quanto ao dimensionamento da equipe e indicação da sequência de construção das paredes.

Deve ser criada uma planilha de verificação, contendo todos estes itens, para que sejam avaliados individualmente.

Após as análises realizadas pelo gestor e diretor de obra é realizado um re-projeto e alimentado no banco de tecnologia construtiva.

Assim que o projeto é validado o mesmo é apresentado a equipe de engenharia, coordenadores e gestores que fazem parte do processo.

O engenheiro da obra fica responsável a multiplicar estas informações aos agentes da construção, mestre de obras, encarregados, oficiais e ajudantes. Assim também como treinar a equipe, esta fase é de suma importância. Não deve apenas enviar o

projeto a equipe e deixar que os mesmos iniciem os serviços sem o devido treinamento e acompanhamento.

O gestor do projeto deve indicar as condições iniciais dos serviços, o critério de aceitação e controle.

Com todas essas informações equalizadas, claras e compatibilizadas, é possível realizar a compra de insumos antecipadamente, gerando um poder de negociação maior e mais eficiente, podendo gerar redução nos custos e minimização nos erros diante das compras.

As informações devem ser claras à equipe de suprimentos, assim como as informações quanto a execução dos serviços deve ser clara para os pedreiros. Deve ser pensado como um todo, e não unitariamente. A equipe deve estar integrada. Todas as dúvidas devem ser sanadas antes da execução.

O autor faz um resumo das seguintes ações a serem desenvolvidas para que se obtenha um bom projeto de produção para alvenaria:

Desenvolvimento de treinamentos e conscientização do conceito aos gestores de engenharia, suprimentos, projeto, orçamento e planejamento.

São definidos os requisitos mínimos para contratação de mão de obra, materiais e desenvolvimento de projeto evitando a contratação de empreiteiros de mão de obra, buscando empresas de engenharia que prestam serviços de mão de obra.

Então, são definidas as diretrizes para o desenvolvimento do projeto.

Definição do modelo de contratação de serviços.

Após esta fase, é realizado o desenvolvimento do projeto de produção.

Segue para o planejamento da execução da obra.

Desenvolvimento do projeto do canteiro de obras. Deve ter todas as informações de transporte vertical e horizontal, recebimento de materiais, áreas de vivência, entrada de energia, de água, armazenamento de materiais, produção de argamassas, etc.

O gestor da obra deve realizar as requisições dos materiais, ferramentas e equipamentos.

O gestor de suprimentos deve garantir a contratação e compra, conseguir a entrega desses itens a obra com prazo suficiente para que ocorra com tranquilidade o início dos serviços.

Deve-se então, apresentar à equipe de produção o PPAV da obra.

Em seguida é realizada a capacitação de todos os envolvidos.

O gestor da obra define com clareza as responsabilidades, escopo de trabalho, forma de avaliação de resultados, e a partir disso é definido quais ações devem ser tomadas a partir da coleta destas informações.

É fundamental que seja feito a retroalimentação de todas informações passadas até neste momento, conseguindo as melhorias necessárias para o prosseguimento das atividades com clareza.

Essas informações são incluídas no banco de tecnologia construtiva da empresa.

Para que se tenha êxito na execução do edifício deve ser realizado a execução do protótipo, identificando todas as suas interferências, definindo soluções, validando e retroalimentando novamente.

A gestão de projetos é o item fundamental para se obter êxito na construção de um edifício.

Deve-se ter muita persistência e muita cautela em todos os pontos citados, pois, todos os itens são importantes, adotando a premissa de tratar o produto como um todo.

4.2 Protótipo

O protótipo deve ser executado quando a estrutura do primeiro pavimento-tipo for finalizada, a partir deste momento deve-se realizar o protótipo.

Para tal execução todos os projetos devem estar compatibilizados, os materiais requeridos e comprados, assim como já entregues na obra, a equipe deve estar treinada, os procedimentos de aceitação, verificação e validação elaborados.

O projeto deve ser dividido em 4 cadernos, da seguinte forma:

- 1 - Caderno de plantas de marcação de 1º fiada e numeração das paredes
- 2 - Caderno de plantas de instalações elétricas e hidros sanitárias
- 3 - Caderno de elevações
- 4 - Caderno de fabricação de peças especiais

Deve ser realizado um protótipo de cada apartamento-tipo, mas o ideal é avaliar o pavimento como um todo, depois de terminar um pavimento por inteiro, deve-se avalia-lo como um protótipo também, pois, existem inúmeras interferências a serem esclarecidas em suas áreas comuns, como, mapeamento de laje, detalhes de portas de elevadores, medidores de água, *shafts* hidráulicos e elétricos, etc.

Caderno de plantas de marcação de 1º fiada e numeração das paredes

Esse caderno considerado como inicial, deve ser tomado como referência e considerado como um dos mais importantes neste trabalho.

É nesta fase que será realizada toda a marcação do pavimento-tipo, assim como o protótipo para validação e liberação para o restante do edifício.

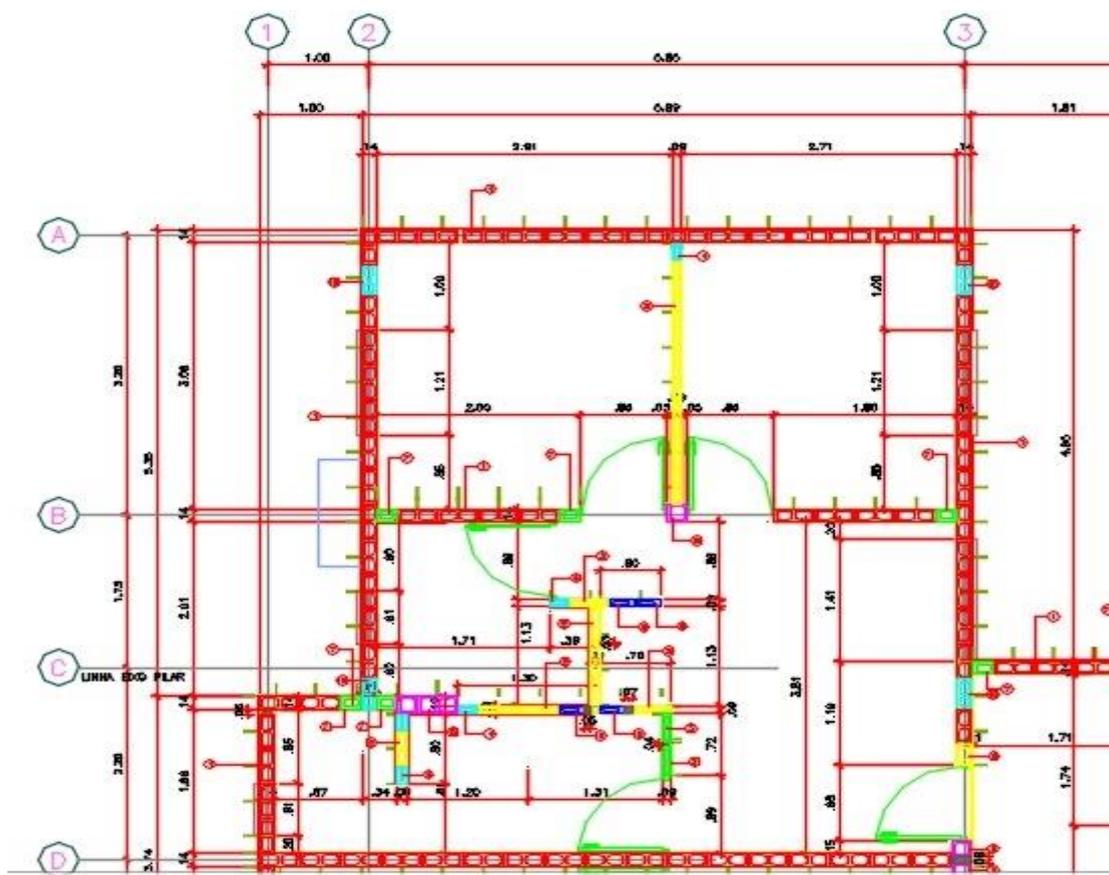
A planta de 1º fiada demonstra todas as características do projeto para que seja locado a 1º fiada da alvenaria.

Nesta planta deve ter informação quanto a posição das paredes, cotas a partir do mesmo eixo xy constantes nos projetos de arquitetura e estrutura, dimensões, tipos e características dos blocos, marcação dos vãos de portas e corredores.

Deve mostrar as numerações correspondentes de cada parede. Estas numerações servem para identificar cada parede no caderno de elevações. Ajuda também quanto ao planejamento da execução dos serviços enumerando e organizando por elevação, início e fim das atividades por parede.

A imagem 41 ilustra a marcação da 1º fiada.

Figura 40 – Marcação - 1º fiada



Fonte: Produção do autor (2017)

Caderno de plantas de instalações elétricas e hidros sanitárias

Planta de caminhamento das instalações elétricas:

Esta planta demonstra em planta o caminhamento das instalações elétricas na laje, sua locação na alvenaria, as características das tubulações a serem utilizadas, pontos de luz, caixas de passagem, posicionamento de descidas.

Importante citar que esta planta deve ser utilizada quando da execução da concretagem da laje, pois o caminhamento das tubulações ficará embutidas no concreto, então, para que seja liberada a concretagem deve ser conferido cada item nesta planta.

O oficial de elétrica deve acompanhar a marcação da 1º fiada da alvenaria, e geralmente fazer os ajustes das instalações quando na execução da 2º fiada da alvenaria, onde ocorre a locação das caixas baixas das instalações elétricas.

Vale ressaltar que o oficial de instalações deve acompanhar toda a execução do pavimento.

Essa premissa faz com que se evite inúmeros problemas na execução do edifício e também na sua manutenção.

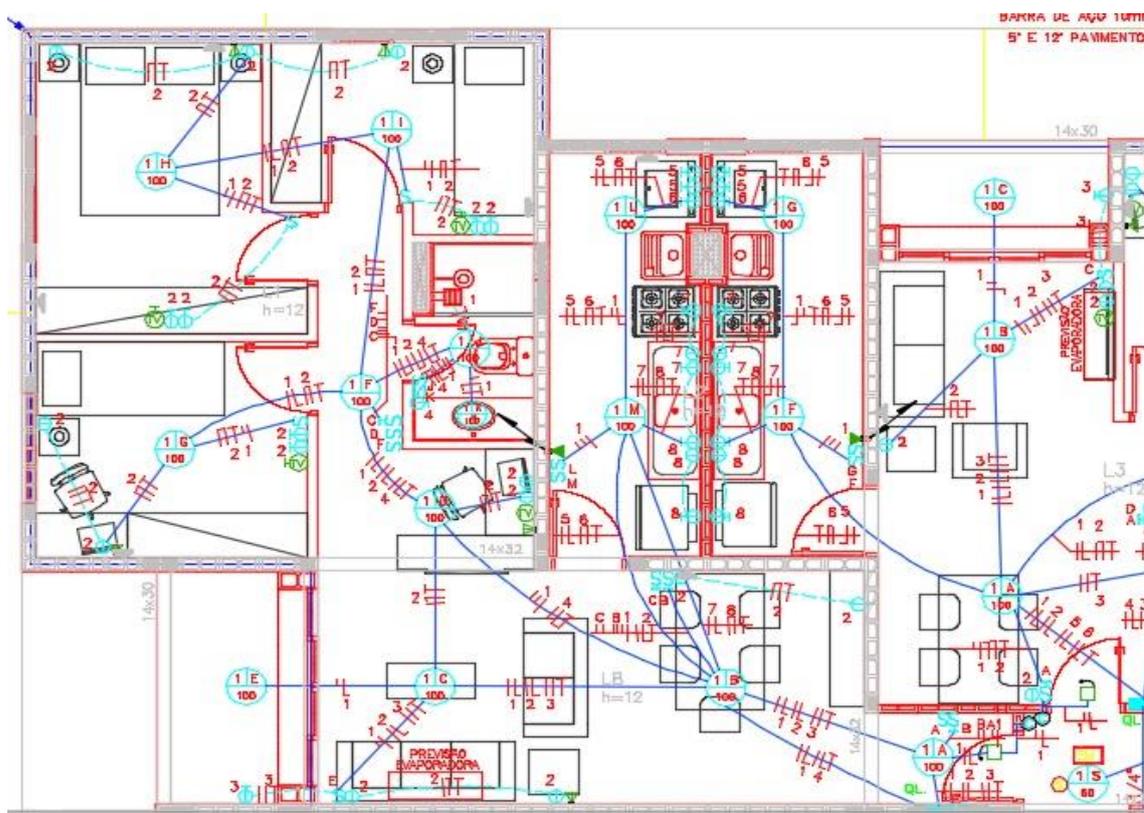
É possível sanar problemas como locação da tubulação fora da alvenaria, tubulação sem execução dentro da alvenaria, tubulação entupida, tubulação com água, etc.

Fica como diretriz locar a caixa elétrica na parte superior do bloco da 2º fiada, e a distribuição elétrica sempre vindo da laje do pavimento superior, descendo na alvenaria. Essa recomendação parte da análise de vários empreendimentos e entrevistas com gestores da área.

Vale ressaltar a análise quanto a parede de divisa entre cozinhas (caso ocorra). Essa ressalva é devida a essa parede receber inúmeros pontos de instalações, podendo gerar incompatibilidades na execução, tal como caixa elétrica de “costas” uma com a outra, esta incompatibilidade impossibilita a execução, pois a alvenaria não consegue abrir os dois componentes, ainda mais quando se trata de parede sem revestimento em argamassa (cerâmica direto no bloco) e/ou blocos de 9 cm (muito utilizados para economizar).

A figura 41 demonstra os caminhamentos das tubulações elétricas em um apartamento-tipo.

Figura 41 – Caminhamento das instalações elétricas na laje e na alvenaria



Fonte: Projeto instalações, BZA (2014)

É possível notar o alto número de informações contida nesta folha, deve ser analisado individualmente, tomado as devidas precauções e atenção necessária para não ocorrer erros e equívocos.

Planta de locação dos pontos hidros sanitários:

Esta planta demonstra o posicionamento de cada tubulação hidráulica que desce na laje, dessa forma, fica recomendado deixar passante na laje ao invés de se adotar furar a laje posteriormente, deve ser desenvolvido detalhes executivos referentes aos passantes para cada ponto hidráulico. É demonstrado também as características de cada tubulação além das aberturas de vãos para a execução de *shafts*.

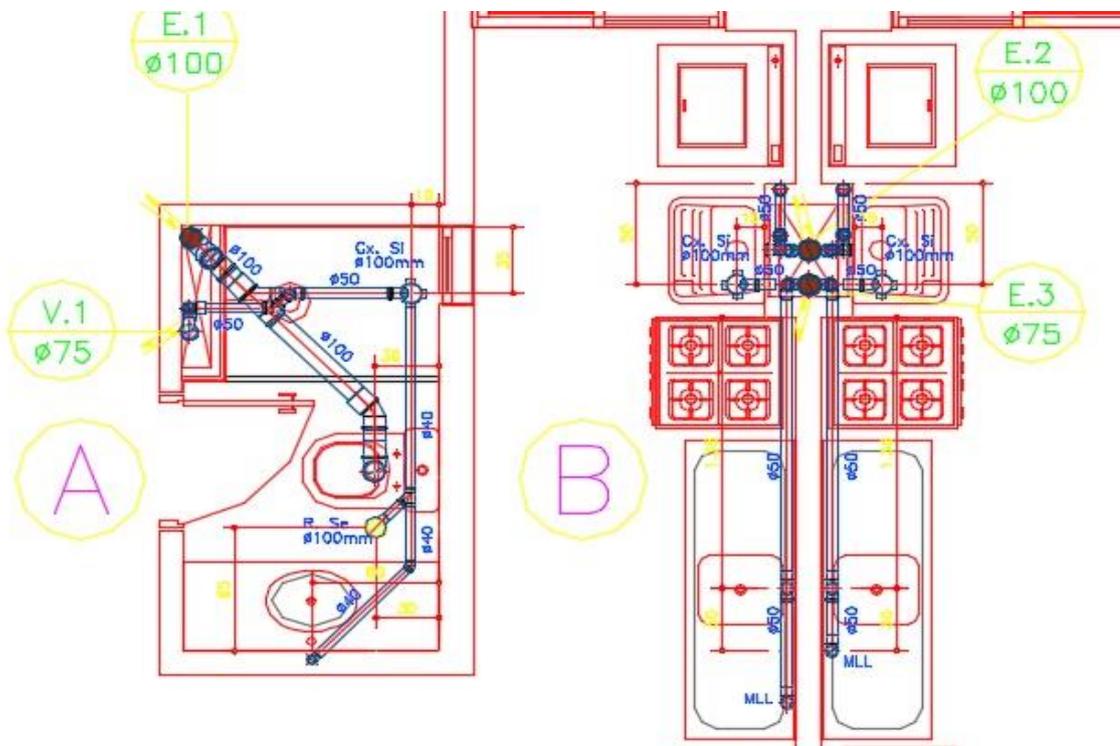
É fundamental o acompanhamento do oficial de instalações hidráulicas em todas as etapas da obra, evitando erros de execução como pontos fora dos eixos, locações erradas, tubulações fora do posicionamento da alvenaria tendo que ajustar quando a execução da marcação da primeira fiada.

Figura 42 – Localização dos pontos hidráulicos



Fonte: Projeto instalações, Bza (2014)

Figura 43 – Detalhe das locações dos pontos hidráulicos



Fonte: Projeto instalações, Bza (2014)

Caderno de elevações

O caderno de elevações detalha de forma sistêmica, clara e objetiva todas as elevações de todas as paredes. Este caderno deve conter informações quanto à altura do pé direito, quantidades de blocos, tipos e características. Deve-se inserir junto a elevação a planta de marcação de primeira fiada e se possível a de segunda fiada servindo como conferência as elevações sugeridas, indicação do tipo de tela a ser utilizada em função das espessuras das paredes assim como sua marcação, posicionamento e dobra.

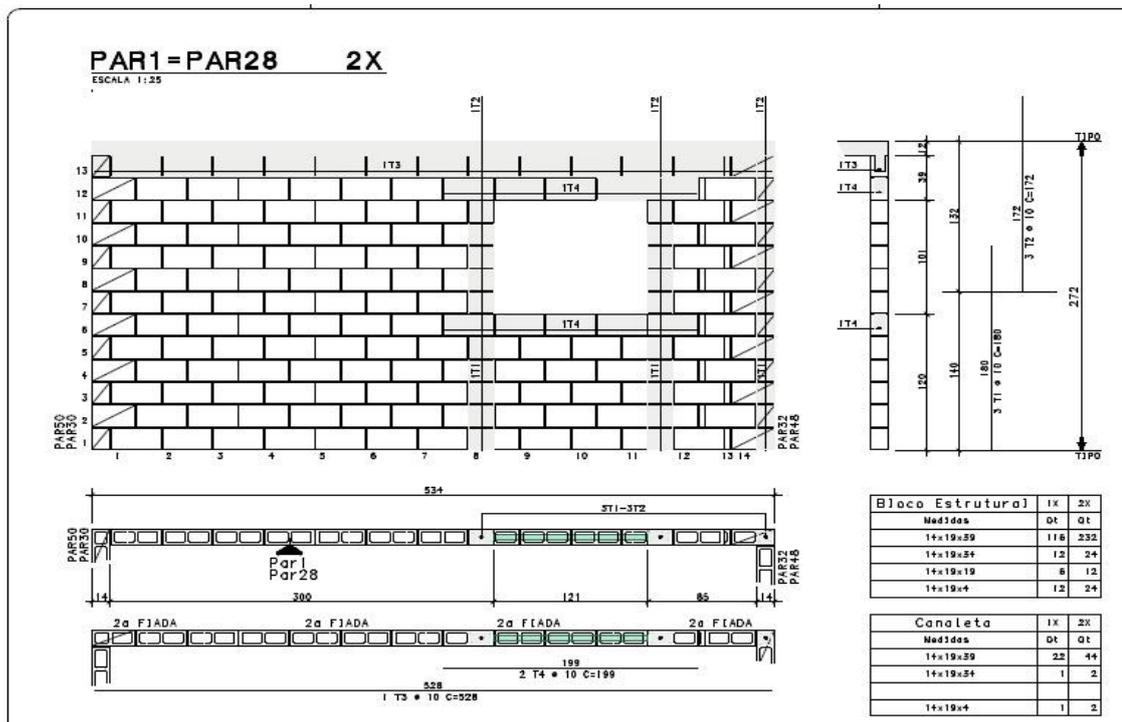
Este caderno deve conter:

- Modulação das alvenarias;
- Planta de identificação das paredes;
- Elevações de todas paredes;
- Recomendações técnicas e detalhes construtivos;
- Família e características dos blocos a serem utilizados;
- Marcação, tipo e características das telas para alvenarias;
- Locação de 1º e 2º fiada;
- Tipo de canaletas e barras de aço;
- Tipo de argamassa;
- Corte da elevação.

Muito importante ressaltar que a 1º fiada da alvenaria serve como reguladora do pavimento, é nesta etapa que é realizada a regularização do nível da laje.

A figura 44 ilustra o detalhe da elevação da alvenaria.

Figura 44 – Detalhe da elevação da alvenaria



Fonte: Projeto estrutura, Bza (2014)

Figura 45 – Quantitativos de blocos

LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE BLOCOS DA PAREDE 3					
	11/13	11/14	11/15	11/16	11/17
BLOCO B14/39 BL. ESTRUTURAL 14X19X39cm	11,2	11,1	10,3	10,0	9,8
BLOCO U14/39 BL. ESTRUTURAL 14X19X39cm	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
BLOCO B34 BL. ESTRUTURAL 14X19X34cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BLOCO B19 BL. ESTUTUBAL 14X19X19cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BLOCO C19 BL. ESTRUTURAL 14X19X19cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sub total	12,0	12,9	12,1	11,8	11,6
Sub total	12,0	12,9	12,1	11,8	11,6
TOTAL GERAL TERREO	22,0	1,8	0,0	5,4	4,0

Fonte: Produção do autor (2017)

Caderno de fabricação de peças especiais

Será destacado de forma objetiva os itens importantes e necessários quanto a fabricação de peças especiais.

É importante criar centrais individualizadas e específicas para determinados componentes na construção das vedações e até mesmo instalações prediais.

Abaixo segue um resumo dessas centrais:

- Vergas e contravergas;
- Blocos elétricos;
- Kit de instalações hidráulicas;
- Gabaritos de locação;

Neste caderno deve conter o detalhamento e as quantidades de cada item que devem ser produzidos.

Vergas e contravergas:

As vergas e contravergas devem ser dimensionadas de forma que não fiquem muito pesadas, visando racionalizar o consumo dos materiais e facilitando a sua execução, assim como seu transporte e armazenamento dentro da obra.

Alguns critérios devem ser adotados para a criação das vergas e contravergas:

- Utilização em peitoril de janelas;
- Vãos de pequenas larguras (menores ou até 90 cm);
- Peças até 40 kg.

A partir da quantificação e da determinação das tipologias de cada verga e contraverga é possível e deve-se efetuar o dimensionado e as quantidades das bancadas, assim como os tipos e especificações das formas de madeiras para a produção de cada peça pré-moldada.

Blocos elétricos:

Os blocos elétricos devem ser quantificados e devidamente especificados para serem produzidos conforme os critérios adotados para cada ponto do projeto.

Existem diversas especificações de caixinhas elétricas; desta forma, deve-se criar uma tabela em que será demonstrado todos os tipos de caixinhas existentes, relacionando e quantificando por tipo e espessura cada bloco elétrico em função do tipo da caixinha elétrica. Deve demonstrar nesta tabela o posicionamento de cada

caixinha no bloco, se vai ser na parte superior, na lateral direita ou esquerda ou no eixo do bloco.

Com as quantificações realizadas é possível determinar a quantidade de bancadas a serem construídas, local da central, gabaritos para montagem dos blocos elétricos e tipo de fixação da caixinha elétrica no bloco.

4.3 Planejamento

O planejamento deve conter de forma sistêmica, clara e detalhada todas as informações necessárias para se executar a obra, pensando na construtibilidade. Racionalizando o consumo dos materiais e mão de obra, otimizando recursos em geral.

Deve conter todos os quantitativos de cada material e componente a ser usado e adquiridos para a obra, planta do canteiro da obra, logística de armazenamento e transporte de materiais, equipamentos necessários para a produção e transporte, planejamento de cada etapa, atividade para a execução dos serviços e dimensionamento das equipes.

Blocos de vedação e telas metálicas

Um dos itens mais importantes no que se refere a produção de vedações, os blocos e telas devem ter um cuidado a parte, por isso deve-se criar uma planilha contendo todos os tipos de blocos e telas a serem usados na obra. Especificações, quantidades de cada item, estas informações serão utilizadas para a aquisição dos materiais.

Posteriormente deve ser planilhado as quantidades de cada tipo bloco e tela por pavimento-tipo, dessa forma conseguindo programar a entrega dos materiais conforme utilização e programar a produção e sua distribuição nos locais onde serão utilizados.

Essa planilha deve dividir em blocos de 1º fiada, blocos para elevações externas, elevação interna, blocos elétricos, blocos canaletas, telas.

Vale ressaltar que essa divisão se deve em função da estratégia adotada para a execução das alvenarias, ex. Executar todas as alvenarias externas primeiro para garantir a vedação do pavimento e segurança da equipe e posteriormente fazer as internas.

Os blocos elétricos devem ser separados dos demais.

Algumas empresas adotam a repaletização de todos os blocos em sua sequência de execução.

Em função do tipo de equipamento a ser utilizado para o transporte, os blocos devem ser separados em paletes (conforme entrega ou repaletizados caso necessite).

Distribuição da equipe e seu dimensionamento

Deve ser criada uma planta para a distribuição dos materiais já citados, essa planta deve conter uma planilha com as quantidades dos blocos necessários para a execução da marcação e de qual forma será distribuído pelo pavimento.

O dimensionamento da equipe deve ser realizado levando em consideração o banco de tecnologia construtiva da empresa, onde será extraído as referências dos índices de produtividade. Além dessas informações deve ser alinhado com o engenheiro de campo e o gestor do contrato. Com isso utilizando a planilha de quantidade de blocos e a planilha de sequência da execução das alvenarias ir-se-á dimensionar a equipe para produção.

Como referência foi utilizado 4 pedreiros e 2 ajudantes para uma produção de 1 pavimento-tipo a cada 5 dias úteis (1 ciclo). Além destes, foi destinado um pedreiro que ficou responsável por executar as marcações das alvenarias. Tem-se como índice de produção 35 a 40 m² homem/hora de alvenaria externa, 25 a 30 m² homem/ hora alvenaria interna.

Deve ser criada uma planta para distribuição geral da equipe de produção determinando a sequência executiva das paredes por dia de produção, ex.:

- 1º Dia marcação das alvenarias das paredes externas e internas.
- 2º Dia – Execução das paredes externas
- 3º Dia – Execução das paredes internas
- 4º Dia – Paredes dos elevadores e alvenarias mais distantes em direção ao elevador cremalheira
- 5º Dia - Conclusão das alvenarias

4.4 Validação e monitoramento

Para realizar o monitoramento e validações da execução deve-se criar diversas planilhas e plantas conforme já citados a cima.

Com essas planilhas será possível ter controle da obra, replanejar atividades e equipes, monitorar a obra em si e ter as devidas validações dos processos.

Alguns desses documentos citados são:

Plantas de acompanhamento da produção das alvenarias;

Plantas de distribuição de materiais;

Tabela de peças especiais;

Controle de qualidade;

Fichas de verificação de serviços;

Procedimento de execução de serviço;

Planilhas de *checklist*;

Com essas fichas e planilhas criadas deve-se acompanhar e monitorar todas as etapas de obra. Depois de cada serviço executado deve-se conferir se o mesmo está correto com as especificações do projeto.

Mas para isso, não se deve conferir depois da última atividade executada, deve-se fazer um acompanhamento do passo a passo do serviço, cito o exemplo de um piso cerâmico de uma área molhada, para chegar na cerâmica existe várias etapas, como regularização, impermeabilização, contrapiso, cerâmica etc., assim que as taliscas são executadas para ocorrer a regularização do piso, deve-se conferir se a mesma está correta, depois de executar a regularização deve-se conferir se a mesma está correta, somente depois é liberado para se executar a impermeabilização, e assim por diante em todas as atividade e etapas da obra, para todos os serviço.

4.5 Retroalimentação

O autor recomenda que a retroalimentação deve ser realizada durante e após a execução do projeto e da execução da obra.

Durante a obra será realizada a retroalimentação após a conclusão de cada etapa. O ideal é realizar a retroalimentação no BTC - banco tecnológico construtivo da empresa, para que seja armazenada e atualizadas todas as informações importantes desta obra.

Assim que a obra termina é realizado uma verificação de todas as fichas, planilhas e dados coletados durante a obra, essas informações devem ser filtradas e separadas para serem introduzidas do BTC.

4.6 Interferências entre os subsistemas

As interfaces dos subsistemas com as alvenarias podem provocar diversas incompatibilidades de execução, prováveis patologias futuras, entre outros problemas. Neste capítulo será demonstrado alguns procedimentos para execução dos subsistemas que fazem interface com as alvenarias, são eles:

Alvenaria de vedação x estrutura de concreto;

Alvenaria x Instalações elétricas;

Alvenaria x Instalações hidráulicas;

Alvenaria x Esquadrias;

Contrapiso;

Revestimentos;

Interface com o meio;

Interface com a produção.

Alvenaria de vedação x estrutura de concreto

Deve-se ter um cuidado especial com esta interface, pois a mesma possui um alto grau de deformabilidade.

Será indicado itens a serem levados em consideração na hora de analisar o projeto e cobrar o detalhamento dos mesmos aos projetistas.

Uso da tela metálica:

A primeira parte que se pode destacar é o emprego de tela metálica eletro soldada no encontro entre alvenaria e pilar de concreto.

Para tal uso, essa informação deve constar em projeto, pois, fica muito difícil de se determinar o uso e tipo correto na hora da execução, são inúmeros fatores que devem ser levados em consideração.

Comumente adota-se para o comprimento 3 x a espessura da parede mais estreita, a largura deve ser inferior a parede mais estreita. Para telas em paredes de até 11 cm aplica-se 1 tiro para fixação, para tela em paredes acima de 14 cm 2 tiros (um ao lado

do outro na horizontal). Deve-se fazer uma dobra de 10 cm no sentido para cima para realizar a fixação desta tela. Recomenda-se também que a tela tenha o comprimento maior que o bloco transpassando ao outro bloco, melhorando a fixação e união do conjunto.

Fixação da alvenaria ou encunhamento.

Outro fator importante é quanto a fixação da alvenaria (ultima fiada) com a viga de concreto.

Esta fixação pode ser rígida, semirrígida ou flexível.

Recomenda-se que deve ser feita o mais tardar possível devido a deformação da estrutura.

Porém como existe inúmeras situações este item deve constar no projeto de alvenaria.

Alvenaria x Instalações elétricas

Deve-se tomar cuidado especial quando duas cozinhas fazem “costas” uma com a outra, ou seja, dividem a mesma alvenaria. Neste exemplo as caixinhas de elétrica podem ter incompatibilidade com o tamanho da espessura da alvenaria, tornando impossível sua execução. Para tal, deve-se compatibilizar o projeto levando em consideração essa atenção, pois se as mesmas ficarem uma de costa para a outra no mesmo eixo pode ocorrer a incompatibilidade.

Deve-se ter cuidado igualmente ao se executar cada caixa elétrica quando o revestimento cerâmico for executado direto no bloco. Assim, pode ser que a borda da caixa elétrica fique para fora da alvenaria, inevitavelmente causando interferência na execução da cerâmica em razão da parede não ter o revestimento em argamassa, pois a espessura da camada de colagem da peça não é suficiente para fazer o cobrimento da borda.

Determinar o posicionamento das caixas elétricas no bloco. Adota-se como parâmetro a execução.

Alvenaria x esquadrias

A incorporação ficara responsável por determinar grande parte dos itens referente a esquadria. Deve ser determinado quanto a proteção das aberturas, pingadeiras, componentes de fechamento das aberturas, entre outros.

Deve-se ter especificado exatamente o tamanho dos vãos, a fixação da esquadria, se a esquadria tem contramarco ou não (item muito importante quanto a estanqueidade).

Detalhamento das vergas e contra vergas.

Para a otimização da obra recomenda-se a utilização de gabaritos metálicos, batentes envolventes, contramarco metálicos ou pré-moldado.

Um fator importante é quanto as folgas para fixação das esquadrias, o projetista e posteriormente o engenheiro da obra deve ficar muito atento a este item, pois caso não seja dimensionado corretamente e executado, poderá ocorrer muitos retrabalhos na obra. A má execução deste item é um gargalo grande, devendo ser motivo de preocupação.

Tem-se que ter uma atenção especial também quanto ao acabamento das esquadrias de madeira, usualmente utilizado em guarnição, quanto a porta de entrada de um apartamento o mesmo deve ter espaço suficiente para caber o batente da porta, 1 cm de cada lado para fixação (no caso espuma auto expansiva), 2 cm de cada lado para a colocação das guarnições, 7 cm para execução da caixa da campainha e seu acabamento. Deve-se pensar que esta passagem é muito importante para conseguir ter objetos grandes dentro da casa, não recomendado usar portas com vão livre de 70 cm.

Quanto as esquadrias metálicas, as janelas, quando do chumbamento do contramarco tomar o cuidado para executar no nível exato do acabamento da parede. Deve-se conhecer o tipo de revestimento que a alvenaria recebera, se é gesso liso sobre bloco, gesso sarrafeado, emboço etc. A execução do contramarco da janela é um item primordial para se desenvolver um trabalho sem retrabalhos e um perfeito acabamento final.

Também quanto ao chumbamento do contramarco, deve-se tomar cuidado para o mesmo ficar correto ao nível em relação ao peitoril, área externa, caso o mesmo fique muito alto a esquadria ficara mais alta, gerando problema de aceitação do cliente e as vezes até mesmo problemas com estanqueidade.

Alvenaria x Instalações hidros sanitárias

As instalações hidros sanitárias são, responsáveis por grande parte da manutenção gerada em obra (pós obra), além de ser responsável também por gerar incompatibilidades na execução, correções, retrabalhos diversos.

Deve-se evitar a execução de instalações hidráulicas embutidas, levando em consideração o alto risco de ter vazamentos nas tubulações.

Geralmente as prumadas são executadas antes das alvenarias, se não for previsto *shafts* hidráulicos deve-se tomar cuidado com as proximidades de pilares, interseções de paredes e vãos.

É recomendado que as paredes tenham espessuras mínimas para isolar os barulhos decorrente destas instalações.

A execução de *shafts* hidráulicos facilita quanto a execução e manutenção, porém deve-se pensar quanto ao fechamento dos mesmo nos pavimentos.

As paredes hidráulicas quando executada em alvenaria gera um retrabalho muito grande, pois, em cozinha há um grande número de componentes a serem executados, gerando quebra quase que total dessa alvenaria. Recomenda-se que seja adotado parede com fechamento em gesso acartonado minimizando estes retrabalhos. Para isto deve-se desenvolver um projeto detalhando as locações das peças hidráulicas, assim como seus eixos e níveis para não termos problemas com a interface do acabamento.

A tubulação debaixo da pia é outro item que gera um desconforto grande ao cliente (cultural), por isso as incorporadoras adotam muitas vezes o uso de fechamento em alvenaria para abrigar essas tubulações que sobem ou descem para o piso inferior, correndo entre forro no teto do pavimento inferior, subindo fora da alvenaria. Pode ser adotado também carenagens pré-fabricadas em PVC ou outro material.

O importante deste item é que seja pensado antes da execução e contenha as informações necessárias para sua execução e aquisição no projeto e seu planejamento.

A parede hidráulica do box do banheiro usualmente é executada em alvenaria, este autor recomenda executar o fechamento em gesso acartonado, porém, como já dito, deve ser desenvolvido projeto para o mesmo, demonstrando exatamente a posição de cada componente desta parede. Deve-se levar em consideração o acabamento final, se a cerâmica será executada direto na placa de gesso acartonado por exemplo. Caso não seja detalhado e compatibilizado com o acabamento final, este item poderá resultar em grandes retrabalhos devido a incompatibilidade com o acabamento. Se o projeto do gesso acartonado não prever o recuo para abrigar o registro o mesmo não conseguira alcançar o acabamento final, tendo então que ser executado um

prolongador em cada registro, aumentando o consumo de material, gerando desperdício e aumento do custo da obra.

Alvenaria x revestimentos

Deve-se levar em consideração homogeneidade das paredes, tetos e pisos, assim como o nivelamento e seu plano, integridade dos painéis, a textura, estes itens serão fundamentais para garantir a qualidade em seu acabamento final, atendendo então a especificação do projeto e evitando retrabalhos.

As informações necessárias para desenvolver um bom projeto de produção de revestimentos têm que vir do projeto arquitetônico.

Neste, deve conter todos os detalhes, claros, bem especificados, para não ocorrer erros durante a execução.

Desta forma o projetista poderá desenvolver a compatibilização entre as interfaces buscando atender todas as solicitações impostas para o mesmo.

As definições dos revestimentos interferem diretamente com a execução das caixas de elétrica, pontos de acabamentos dos registros, pontos de alimentação de água fria e quente, gás, execução do contramarco, batente de porta de madeira, entre outros.

Contrapiso

Para iniciar a execução do contrapiso primeiramente deve-se realizar o mapeamento da laje do pavimento, determinando pontos nas extremidades e no meio de todos ambientes, o autor recomenda utilizar a porta do elevador como referência para o ponto zero. Assim que é feito o mapeamento do pavimento é possível determinar qual será a altura do contrapiso.

Contrapiso é um elemento importante para o bom desempenho da produção em si, seguindo os passos corretos dos procedimentos de execução não se terá problemas com retrabalhos, evitando patologias futuras como o deslocamento (piso fofo), fissuras, peças, planicidade.

A altura do contrapiso deve ser compatibilizada com a altura das esquadrias metálicas e de madeira.

O projeto deve mostrar o tipo do contrapiso, se o mesmo será aderido, não aderido ou flutuante. Se o mesmo é pronto para carpete de madeira, cerâmica, piso vinílico,

etc. Com essas informações você poderá determinar corretamente a execução do mesmo.

Usando como exemplo o contrapiso aderido, sempre lembrar de limpar bem a área antes do início dos serviços, molhar, executar as taliscas, realizar uma boa ponte de aderência, para tal, utilizar peneiramento de cimento sobre o piso molhado, executar a argamassa do contrapiso (farofa) entre as taliscas e por partes, compactar utilizando o pilão de madeira, sarrafejar, desempenar peneirando cimento.

O contrapiso deve atender rigorosamente os critérios de aceitação impostos nas fichas de verificação de serviços, realizadas a partir das premissas do projeto, não deve ter fissuras, deve ter planicidade, homogeneidade, bem aderido e compactado.

Interface com a produção

Esta etapa tem como finalidade ordenar as atividades desenvolvidas para a execução do edifício. Atender ao especificado no projeto executivo, projeto de produção, gestão dos recursos físicos que envolvem a produção das alvenarias com o intuito de otimização dos recursos e aumento da produtividade, reduzindo desperdícios de materiais, mão de obra, conseguindo colaborar com um aumento positivo no resultado financeiro da obra.

O projeto para produção deverá conter as informações quanto a organização do canteiro de obra, recomendações para a execução e os procedimentos, os critérios para avaliação e aceitação dos serviços, os procedimentos para controle da execução, estes itens contemplam os seguintes documentos:

- FVS – Fichas de verificação de serviços
- PES – Procedimento de execução
- CPC – Controle do processo construtivo
- CAS – Controle de gestão da qualidade

Todas essas fichas devem ser rigorosamente seguidas no canteiro de obra, toda a equipe deve estar treinada e orientada quanto aos procedimentos, o profissional responsável pela gestão da qualidade deve participar da orientação e da multiplicação das informações, assim como desenvolver os respectivos treinamentos para os responsáveis que irão utilizar as fichas no canteiro.

A adoção de um projeto de produção para alvenaria não é um item simples, mas totalmente necessário para a produção do empreendimento.

Com ele é possível planejar, executar, controlar, monitorar, validar todas as etapas da construção com uma máxima eficiência. Desta forma conseguindo gerar para a empresa um maior resultado, aumento sua produtividade e otimizando recursos, materiais e mão de obra.

No capítulo a seguir será apresentada a conclusão do trabalho.

CONCLUSÃO

Este capítulo tem o intuito de apresentar as considerações finais deste trabalho.

Serão apresentadas as conclusões quanto aos objetivos, a metodologia, estudo de caso, quanto a proposta e sobre sugestões para a continuidade do trabalho.

Pode-se dizer que o trabalho atingiu o objetivo principal que foi de elaborar recomendações para o melhoramento do projeto de alvenaria estrutural com foco no projeto de produção, abrangendo os subsistemas que fazem interface com a mesma, tais como instalações elétricas e hidros sanitárias, com o intuito de conseguir alcançar a otimização dos recursos, minimizando perdas de materiais por retrabalhos sobre má execução dos serviços, aumento da produtividade e conseguindo um maior resultado para a obra.

Fica claro que é essencial a elaboração de um projeto para produção de alvenaria, quando esse projeto é bem desenvolvido e bem implantado na empresa, isso quer dizer, difundido, multiplicado, esclarecido, treinado a todos os envolvidos no processo da construção, este trabalho consegue alcançar o objetivo de minimizar erros e melhorar o desempenho das execuções de todos os serviços relacionados a este. A otimização dos recursos é fruto de um bom projeto de produção, assim como a responsabilidade do gestor fazer com que a equipe atenda ao que está sendo passado.

A empresa deve criar sua sistêmica organizada de gestão de projetos com qualificação dos projetistas, contratação e coordenação.

É fundamental que a equipe e o engenheiro de campo, siga rigorosamente o projeto de produção, fazendo desta forma a chance de conseguir um bom resultado aumentara e muito em relação as execuções convencionais onde o engenheiro tinha que tomar as decisões na hora da execução. Hoje há como prever toda a execução, facilitando o planejamento e o controle da obra.

O engenheiro de campo deve acompanhar o passo a passo da execução, utilizar das fichas de verificação dos serviços para a validação, as fichas de procedimentos de execução para o treinamento das equipes para desenvolver a execução dos serviços.

A equipe de obra deve estar treinada, capacitada, todos falando a mesma língua.

É importante frisar quanto ao desenvolvimento dos outros projetos de produção, revestimento de fachada, piso, parede, instalações elétricas e especiais, instalações hidráulicas, fechamentos em gesso acartonado etc.

O trabalho abortou itens como o planejamento da obra, controle de execução, logística de canteiro, desenvolvimento de projeto de canteiro, transporte. Lembrando que o intuito do trabalho é fazer com que o gestor da obra tenha ferramentas para lembrar dos itens primordiais para conseguir uma boa execução, este item se dá com uma boa análise do projeto de produção, assim também como a sua implantação no momento correto na empresa.

A metodologia utilizada ajudou bastante quanto a material base para desenvolvimento das recomendações.

Quanto ao estudo de caso é notável a falta do desenvolvimento de um projeto de produção, a falta de detalhamento específicos em projeto, a falta de um planejamento. O engenheiro de campo teve que tomar enumeras decisões na hora da execução, este fato faz com que aumente e muito as chances de ocorrerem erros, e aconteceram.

Por não ter planejamento as equipes foram distribuídas de uma forma quase que aleatória, foi utilizado como parâmetro o conhecimento dos envolvidos, mas isso fica longe das boas práticas da construção.

Além da falta de informação constante em projeto, foi verificado muitos erros de execução, talvez por ter sido tomado a decisão na hora da execução ou talvez pela equipe de produção não ter recebido os devidos treinamentos.

Sem treinar a equipe não é possível atingir um alto índice de desempenho na construção.

Não havia procedimentos de execução, ficando a cargo do encarregado ou do mestre de obra mostrar aos oficiais como seria tal procedimento.

Apesar de não ter um projeto de canteiro de obra este item foi muito bem desenvolvido, não gerando problemas para a construção e logística dentro do canteiro. Ninguém reclamou da falta de material, todos os envolvidos nos processos sabiam exatamente onde estava cada item, todos sabiam se movimentar em obra.

Como não teve projeto de produção, detalhamentos construtivos, procedimentos de execução e planejamento, encontraram-se erros como o fechamento do vão da porta do elevador da cremalheira. Não foi deixando-a previsão para realizar a amarração da alvenaria, ficando todos os blocos com junta prumo. As alvenarias internas ficaram longe da alvenaria externa tendo-se então que realizar um enchimento com argamassa utilizando forma dos dois lados da alvenaria. Pretendo voltar ao empreendimento para verificar quanto ao surgimento de patologias nesta região.

Houve erro de execução na concretagem das lajes dos pavimentos tipo. Em quase que todos os pavimentos, as lajes ficaram fora de nível, resultando em um contrapiso muito alto, tendo que contratar empresa especializada em execução de contrapiso leve. Este fato gerou atraso, retrabalho, consumo excessivo de material e desperdício em geral.

É essencial que uma equipe de campo seja treinada e apta a saber a correta execução da estrutura. Inadmissível que uma construtora cometa um erro desse. Esse erro não parte somente do engenheiro de campo e sua equipe de produção, parte também da diretoria que permitiu tal feito.

Os fechamentos de portas dos elevadores foram desenvolvidos em fechamento de gesso acartonado, porém, essa decisão também fora tomada em campo, na hora da execução. Não houve um projeto deste item, assim como também os fechamentos dos *shafts* e paredes hidráulicas gerando inúmeros problemas em sua execução.

A empresa não tinha um banco de tecnologia construtiva, não colaborando também para o planejamento e contribuição para as premissas para o desenvolvimento de projeto. Ficando também difícil realizar a retroalimentação de todo o processo.

Todos estes fatos só fazem aumentar ainda mais a percepção de que é fundamental uma empresa de engenharia tenha um banco de tecnologia construtiva, que esta empresa adote a premissa do desenvolvimento de projetos de produção tanto para alvenaria quanto para seus subsistemas que fazem interface com a mesma.

Quanto a proposta do trabalho, teve êxito no quesito recomendações para elaboração do projeto de produção de alvenaria e também de seus subsistemas, fazendo um passo a passo dos itens mais relevantes para se conseguir uma boa execução.

O trabalho aborta um passo a passo para a boa prática dentro da construção, foi construída informações quanto a implantação do projeto de produção dentro da construtora, quanto ao planejamento da obra, projeto de canteiro, logística, dimensionamento de equipes, fichas de controle e validações, procedimentos de execução, validações e retroalimentação.

Fica como sugestão aos leitores do trabalho que seja feito um estudo mais a aprofundado, para que o mesmo possa virar diretrizes de projetos de produção, e não só de alvenaria de vedação, mas também os subsistemas de instalações elétricas e hidros sanitárias, revestimentos de parede interna e externa, fachada, piso, etc.

Deve-se ter como consciência que uma obra é um todo, e somente será possível alcançar o êxito se a concepção, planejamento, premissas, ideologia, partir lá de cima

da diretoria, adotar o desenvolvimento e implantação dos projetos de produção contendo os respectivos procedimentos de execução, planejamento da obra, logística de canteiro, etc., retirando essa responsabilidade do engenheiro de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, J. P. R. **Análise do Desenvolvimento e da Utilização de Projetos para Produção de Vedações Verticais na Construção de Edifícios**. Dissertação (Mestrado). 2004.

ARAÚJO, L. O. C. **Método para a Previsão e Controle da Produtividade da Mão de Obra na Execução de Formas, Armação, Concretagem e Alvenaria**. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

BERTEZINI, A. L. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado). Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de construção civil.

BARROS, M.M.S.B, SABATTINI, F.H. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais**. São Paulo, EPUSP, 1991. (Boletim Técnico. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/44.)

BARROS, M.M.S.B, Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BARROS, M. M. S. B. **O desafio da implantação de inovações tecnológicas no sistema produtivo das empresas construtoras**. In: **Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais** (2014: São Paulo). Anais; Ed. Por F. H Sabattini, M.M.S.B. de Barros, J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC.

BARROS, M.M.S.B, O Processo de Produção das Alvenarias Racionalizadas. In: **Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais** (2014: São Paulo).

BRASIL. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo – Indústria Imobiliária**. 2017. Disponível em <<http://www.manuaisdeescopo.com.br>>, acesso em 15 de janeiro de 2017.

BRITEZ, A. A. **Gestão da Produção de Revestimentos no Canteiro de Obras**. **Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios**. São Paulo, 2014.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção/NGI Consultoria. **Projeto Inovação Tecnológica, Relatório Final Executivo**. março de 2009.

CHALITA, A. C. C. **Estrutura para um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Escola politécnica da Universidade de São Paulo/ Departamento de Construção Civil, 2010.

FABRÍCIO, M.M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FRANCO, L.S. **O Projeto de Vedações Verticais: Características e Importância para a Racionalização do Processo de Produção**. In: Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais. São Paulo, 2014.

FRANCO, S. L.; TAUIL, C. A.; MASSETO, L. **Tecnologias de Produção de Alvenaria de Vedação e Estrutural**. In: **Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais**. São Paulo, 2014.

FRANCO, S. L. **Processo Construtivo Industrializado em Alvenaria Estrutural**. In: **Seminário Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais**. São Paulo, 2014.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular na construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

MELHADO, S. B. **Gestão, Cooperação e Integração para um Novo Modelo Voltado a Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo, 2001. Tese (Livre-docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S.B. **Coordenação de Projetos de Edificações**. O Nome da Rosa. 2005. 115 P.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Escola politécnica da Universidade de São Paulo/ Departamento de Construção Civil, 2003.