



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Construção Civil

Rodolfo Bayerlein

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE
VEDAÇÕES VERTICAIS DE ALVENARIA PARA DIFERENTES PERFIS DE
EMPRESAS CONSTRUTORAS**

São Paulo

2014



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Construção Civil

Rodolfo Bayerlein

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS DE ALVENARIA PARA DIFERENTES PERFIS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
de Título de MBA em Tecnologia e Gestão na
Produção de Edifícios

Orientadora:

Professora Dra. Mércia Maria Semensato Bottura
de Barros.

São Paulo

2014

Catálogo-na-publicação

Bayerlein, Rodolfo

Diretrizes para elaboração de projeto para produção de vedações verticais de alvenaria para diferentes perfis de empresas construtoras / R. Bayerlein. -- São Paulo, 2014.

93 p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – POLI.INTEGRA.

1.Vedações verticais (Produção; Projeto) I.Universidade de São Paulo. POLI.INTEGRA II.t.

“Não é o ângulo reto que me atrai, nem a linha reta, dura, inflexível, criada pelo homem. O que me atrai é a curva livre e sensual, a curva que encontro nas montanhas do meu país, no curso sinuoso dos seus rios, nas ondas do mar, nas nuvens do céu, no corpo da mulher preferida. De curvas é feito todo o universo, o universo curvo de Einstein”.

Oscar Niemeyer, 2000, As Curvas do Tempo.

Rodolfo Bayerlein

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS DE ALVENARIA PARA DIFERENTES PERFIS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para Obtenção
de Título de MBA em Tecnologia e Gestão na
Produção de Edifícios

Aprovado em 31 de julho de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mercia M. S. Bottura de Barros (orientadora)

Prof. DR. Fernando Henrique Sabbatini

Prof. M. Eng. Leonardo Tolaine Massetto

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Professora Doutora Mércia Maria Semensato Bottura de Barros, pelas suas análises e ensinamentos no desenvolvimento deste trabalho, pela paciência, pela dedicação e em especial pela confiança depositada esperando sempre um bom resultado, fundamentais para a conclusão desta monografia.

Agradeço com muito carinho ao Professor Dr. Fernando Henrique Sabbatini, que iniciou a orientação deste trabalho e que, de uma forma brilhante, transmitiu todos os ensinamentos, também, fundamentais para a sua conclusão.

Ao longo de anos a L&B pode ter o privilégio de trabalhar com a consultoria do professor Sabbatini em reuniões para avaliação de protótipos nas obras. Agradeço imensamente estes ensinamentos proporcionados.

A todos os professores da pós-graduação pela disposição em promover a busca constante de novos conhecimentos.

Aos colegas do curso de pós-graduação com os quais dividi grandes momentos de alegrias e angústias, que me deram dicas e que hoje posso chamar de amigos: Joyce Alves Ferreira Rubino e Elvis Correia do Nascimento.

Ao eng. Alexandre Amado Britez, pelo aprendizado proporcionado ao longo de anos durante as reuniões para avaliação de protótipos em obra e ensinamentos muito valiosos durante o curso TGP.

Ao eng. Leonardo T. Masseto, pela força depositada e orientação profissional aplicada à alvenaria.

Ao eng. Carlos Alberto Tauil, por sempre acolher a L&B na época que estive na Glasser.

À eng. Ana Cristina Catai Chalita, também pelos longos anos de convivência profissional, analisando o nosso projeto de alvenaria e nos ajudando a melhorar cada vez mais. Obrigado pela confiança depositada.

A todos os profissionais da construtora Cyrela, Diretores, Coordenadores de Obras, Engenheiros de Obras e em especial ao departamento de projetos, pela imensa ajuda durante esses anos todos trabalhando juntos. A parceria da Cyrela com a L&B foi fundamental para se chegar à qualidade que o projeto de vedações apresenta hoje.

Às empresas que participaram dos estudos de casos e viabilizaram a estruturação deste trabalho:

Cyrela;

Sinco Engenharia; e

HS Tressoldi. - (em especial ao Felipe Brunelli Manzano).

Aos meus pais, pela educação recebida, pelos princípios de honestidade, justiça e respeito ao próximo e principalmente por mostrar que somos capazes de vencer, desde que acreditemos na nossa capacidade.

A Lana, Fábio e Breno, por estarem sempre presentes.

À família da minha esposa, pela força e incentivo.

A todos os meus amigos de vida: ”a partir de agora não recusarei mais o convite para sair”.

Especialmente à minha querida e amada esposa, Maya Thais Leonardi Santos, companheira de longos anos em todos os momentos da minha vida, agradeço a paciência, a compreensão pela ausência no escritório e na vida pessoal, o apoio, o amor dedicado e a preocupação comigo. “Eu te amo”.

À minha filhinha Yasmin, que ainda não veio ao mundo, mas está crescendo dentro da barriga e logo, logo, estará entre nós brincando sem parar e nos trazendo muita alegria. Essa notícia me inspirou ainda mais para finalizar este trabalho.

Por fim agradeço a Deus.

RESUMO

Existem diferentes tipos de empresas construtoras atuantes no mercado da construção civil, cada uma delas apresenta perfis com características próprias que as posicionam em níveis evolutivos diferenciados em relação ao processo de projeto e implantação dos projetos para produção no sistema de produção.

Com foco nos diferentes perfis de empresas construtoras, neste trabalho tem-se como objetivo propor a criação de diretrizes balizadoras para o projeto de alvenaria de vedações verticais, de modo a facilitar as tomadas de decisões na fase inicial de concepção dos empreendimentos, visando ao aumento contínuo de eficiência na organização e planejamento do processo de produção dos edifícios.

A metodologia para o desenvolvimento do trabalho apoiou-se em revisão bibliográfica sobre os temas especificamente tratados bem como na experiência do autor de onze anos no desenvolvimento de projetos para produção de vedações verticais para diferentes perfis de empresas construtoras. Dessa experiência foi possível caracterizar e analisar três perfis de empresas construtoras para as quais os projetos para produção de vedações verticais vêm sendo desenvolvidos.

Assim, somando-se os conhecimentos da revisão bibliográfica com a experiência de projeto do autor foi possível propor diretrizes de projeto com vistas a atender aos anseios dessas diferentes empresas finalizando-se, com isso, o trabalho proposto.

Palavras-chave: Projetos para Produção. Projeto de Alvenaria de Vedações. Vedações Verticais.

ABSTRACT

There are different types of construction companies active in the construction market, each of which presents profiles with characteristics that differentiated position in evolutionary levels in relation to the design and implementation of projects to production in the production process system.

Focusing on the different profiles of construction companies, this work has as objective to propose the creation of balizadoras guidelines for the design of masonry partition walls, so as to facilitate decision-making in the initial design phase of projects aimed at increasing continuous efficiency in the organization and planning of the production process of the buildings.

The methodology for the development of the work was based on literature review on the topics specifically addressed as well as the author's experience of eleven years in developing projects for production of vertical sealing profiles for different construction companies. This experience was possible to characterize and analyze three profiles of construction companies for which the designs for production of partition walls have been developed.

Thus, adding to the knowledges of the literature review with the experience of the author's design was proposed design guidelines in order to meet the needs of these different companies are finalizing, with that, the proposed work.

Keywords: Project to Produce. Design of Masonry Fences. Vertical seals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Metodologia de pesquisa.....	3
Figura 1 - Ciclo de Vida de Empreendimento Imobiliário: Etapas ou Fases que Geram Produtos e Necessitam de Planejamento.....	8
Figura 3 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.....	18
Figura 4 – Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, com ideia de um maior “investimento” na fase de projeto para minimizar os custos da fase de produção.....	20
Figura 5 - O processo decisório (ou processo de resolução de problemas).....	27
Figura 6 – Níveis de decisão de acordo com as etapas de planejamento.....	29
Figura 7 – Questionário referente à implantação do projeto de produção de alvenaria de vedações dentro do sistema de produção da empresa construtora.....	33
Figura 8 – Transporte vertical e horizontal de blocos cerâmicos.....	38
Figura 9 – Transporte vertical e horizontal de blocos de concreto.....	39
Figura 10 – Planta de locação de estoque de materiais.....	40
Figura 11 – Planta de locação de produção das centrais de peças pré- moldadas.....	41
Figura 12 – Planta de locação de produção das centrais de blocos elétricos.....	42
Figura 13 – Detalhamento dos blocos elétricos.....	43
Figura 14 – Gabarito para produção de blocos elétricos.....	44
Figura 15 – Quantitativo de blocos elétricos.....	45
Figura 16 – Locação de equipamentos e pallets nos andares– Detalhe.....	46
Figura 17– Locação de equipamentos e pallets nos andares.....	47
Figura 18 – Produtividade da mão de obra no pavimento.....	48
Figura 19 – Produtividade da mão de obra no pavimento - Detalhe.....	49
Figura 20 – Imagem dos blocos cerâmicos de oito furos X Blocos cerâmicos de qualidade.....	54

Figura 21 – Imagem de um bloco cerâmico com a indicação das medidas.....	65
Figura 22 – Família dos blocos de concreto para alvenaria de vedações com furos na vertical.....	66
Figura 23 – Família dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedações com furos na vertical.....	67
Figura 24 – Tipos de amarração de blocos em “T”, por interpenetração.....	69
Figura 25 – Tipos de amarração de blocos em “L”, por interpenetração.....	69
Figura 26 – Amarração de blocos por interpenetração (usual x não recomendado).....	70
Figura 27 – Detalhe do posicionamento das telas metálicas em planta.....	72
Figura 28 – Fixação das telas metálicas em pilar.....	72
Figura 29 – Telas metálicas fixadas em pilar.....	73
Figura 30 – Representação dos tipos de juntas.....	74
Figura 31 – Junta horizontal com 3cm de massa de assentamento.....	75
Figura 32 – Junta horizontal com 3cm de massa de fixação.....	76
Figura 33 – Folga no vão para colocação dos contra marcos.....	78
Figura 34 – Folga no vão para colocação de portas.....	79
Figura 35 – Detalhe de peças pré-moldadas para vergas.....	81
Figura 36 – Tratamento do vão da porta com Bloco canaleta e verga pré-moldada.....	81
Figura 37 – Exemplo de tratamento para o vão da janela, mostrando a diferença entre o uso das contravergas em bloco canaleta e peças pré-moldadas.....	82
Figura 38 – Padrões de altura dos pontos elétricos.....	83
Figura 39 – Padrões de altura dos pontos hidráulicos.....	83
Figura 40 – Produção dos gabaritos para o corte dos blocos elétricos.....	84
Figura 41 – Detalhe de quadro de luz executado em parede de gesso acartonado (drywall).....	85
Figura 42 – Detalhe de Kit hidráulico para chuveiro em (drywall).....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das empresas de acordo com o grau evolutivo.....	34
Tabela 2 – Informações a serem coletadas nos projetos do produto.....	59
Tabela 3 – Tabela com as especificações dimensionais para os blocos de concreto.....	66
Tabela 4 – Tabela com as especificações dimensionais para os blocos cerâmicos.....	67
Tabela 5 – Especificação das telas metálicas.....	71
Tabela 6 – Altura dos peitoris x números de fiadas.....	77
Tabela 7 – Reforços construtivos - vergas.....	80
Tabela 8 – Reforços construtivos – contra vergas.....	80

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	i
Lista de tabela.....	ii
INTRODUÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	3
1.4 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	4
2- CONCEITUAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	5
2.1 CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO.....	7
2.2 SUBSISTEMA VEDAÇÃO VERTICAL.....	11
2.3 COORDENAÇÃO MODULAR.....	14
3- TOMADA DE DECISÕES PARA A ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	17
3.1 A INTEGRAÇÃO INICIAL DOS PROJETOS.....	17
3.2 PROJETO PARA PRODUÇÃO.....	22
3.3 NÍVEIS DE DECISÕES.....	26
4- A INFLUÊNCIA DO GRAU DE EVOLUÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS NO PROCESSO DE PROJETO.....	30
4.1 CONTRATAÇÃO DOS PROJETOS DE ALVENARIA.....	30

4.2 ESTUDO DE CASO.....	32
4.2.1 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (A).....	36
4.2.2 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (B).....	50
4.2.3 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (C).....	52
5- DIRETRIZES PARA OS PROJETOS DE ALVENARIA DE VEDAÇÕES.....	57
5.1 LEVANTAMENTO TÉCNICO DAS INFORMAÇÕES PARA O PROJETO.....	58
5.2 ADOÇÃO DO USO DA COORDENAÇÃO MODULAR EM PROJETO.....	61
5.3 A ESCOLHA DOS COMPONENTES DAS PAREDES DE ALVENARIA.....	63
5.4 TIPOS DE AMARRAÇÃO E FIXAÇÃO ENTRE PAREDES E ENTRE PAREDES E ESTRUTURA.....	68
5.5 JUNTAS DE ARGAMASSA.....	74
5.6 DEFINIÇÃO DOS VÃOS DAS ESQUADRIAS.....	76
5.7 UTILIZAÇÃO DE REFORÇOS NA ALVENARIA.....	79
5.8 RELAÇÃO DA ALVENARIA COM INSTALAÇÕES.....	82
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
6.1 ANÁLISE FINAL.....	87
6.2 SUGESTÃO TEMA PARA CONTINUIDADE DO ESTUDO.....	88
REFERÊNCIAS	90
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	93

INTRODUÇÃO

O autor apresenta uma angústia em relação ao mercado da construção civil Brasileira, que foi adquirida no seu dia a dia como projetista especializado em projetos voltados para a produção em alvenaria de vedações.

Essa angústia decorre das especificidades existentes entre as empresas construtoras que contratam esse tipo de projeto para as suas obras.

A maioria dessas empresas possui um sistema de produção para execução que se repetem entre si, mas que, em muitos casos, não possuem uniformização de técnicas, métodos executivos e diretrizes balizadoras de projeto, dificultando ao projetista o desenvolvimento dos estudos.

Dáí decorre que o projetista contratado para desenvolver o projeto de alvenaria acaba elaborando-o com características diferentes para cada empresa construtora. Esse processo leva a que o projetista defina diretrizes a serem adotadas para o desenvolvimento do projeto para cada empresa distinta.

O autor, com a sua experiência projetual, sentiu a necessidade de levantar algumas diferenças mais expressivas entre as empresas construtoras atuantes no mercado, a partir da análise de três estudos de caso, mostrando a relação existente entre o seu escritório de projetos com essas empresas contratantes e, a partir disso, caracterizar uma forma de trabalho que possa atender a cada um desse tipo particular de empresa.

Acredita-se que através do aprendizado adquirido com a análise dos estudos de caso e a experiência profissional do autor, será possível propor a criação de diretrizes balizadoras para o projeto de alvenaria de vedações, de modo a auxiliar as tomadas de decisões de projeto na fase inicial de concepção dos empreendimentos, visando ao aumento contínuo de eficiência na organização e planejamento do processo de produção dos edifícios como um todo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é propor diretrizes para o projeto de alvenaria de vedações verticais, de modo a facilitar para as empresas, as tomadas de decisões de projeto na fase inicial de concepção dos empreendimentos, visando ao aumento de eficiência na organização e planejamento do processo de produção dos edifícios como um todo.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

A partir da experiência do autor, propor uma classificação das empresas construtoras quanto ao grau evolutivo que cada uma se encontra dentro do processo de projeto, a fim de conseguir adequar as diretrizes propostas neste estudo às características de cada uma, de modo a suprir suas reais necessidades.

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada nesta pesquisa é ilustrada pela figura 1.

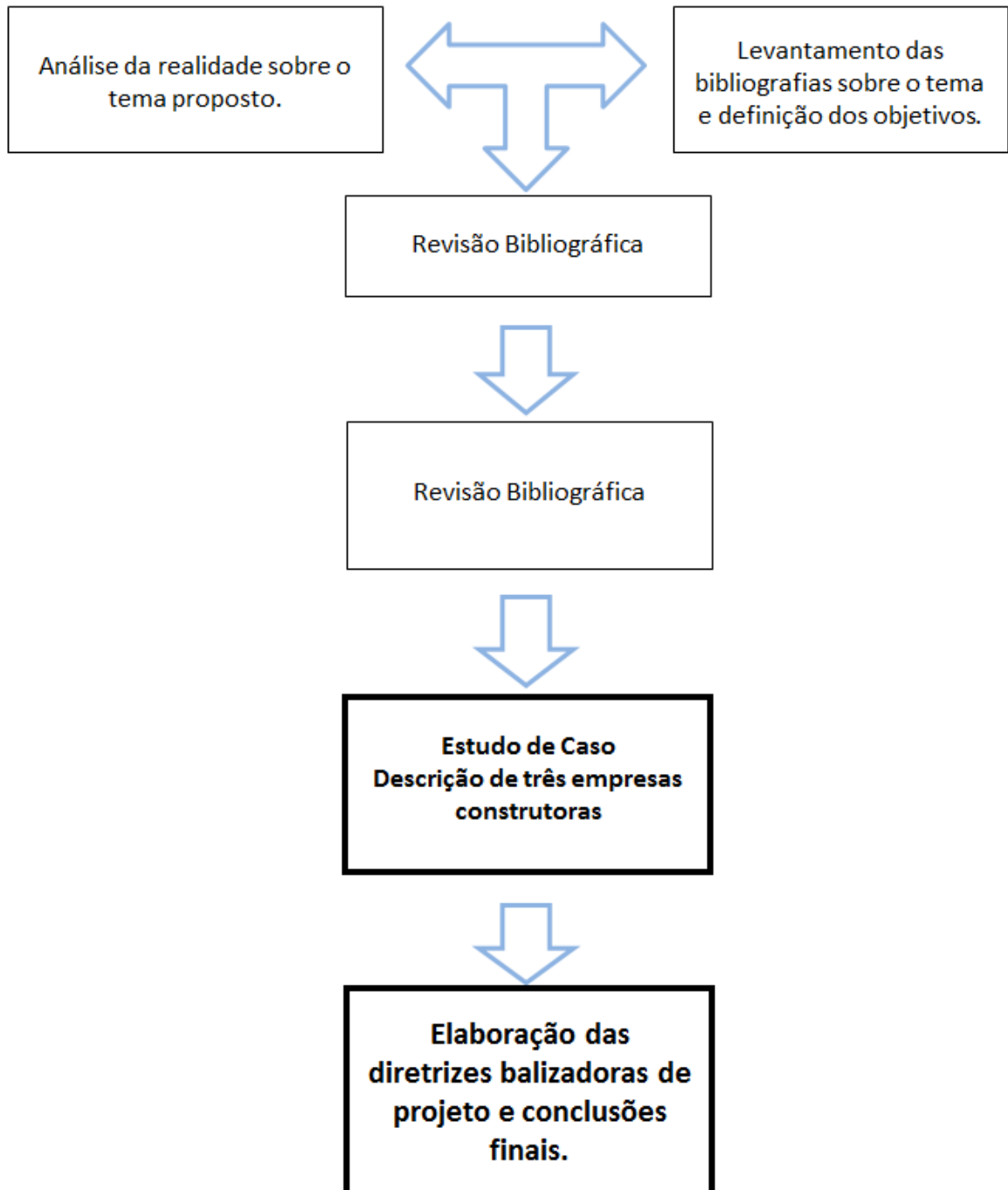


Figura 1- Metodologia de pesquisa.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está estruturado em seis capítulos, além desta introdução em que são apresentados a justificativa, os objetivos, a metodologia e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo contextualiza e conceitua o tema proposto de forma a situar o leitor no universo que será abordado na pesquisa, com a análise sobre as vedações verticais com enfoque na elaboração de projeto de alvenaria para produção, seguindo por uma introdução à coordenação modular e seu uso no processo de elaboração dos projetos.

No terceiro capítulo salienta-se a importância da tomada de decisões para a organização do processo de produção, com destaque para a integração inicial dos projetos.

No quarto capítulo, apresentam-se três estudos de caso para empresas construtoras, com a classificação em função do seu estágio evolutivo em relação ao desenvolvimento de projetos. São empresas para as quais o autor comumente desenvolve projetos de alvenaria e que, de certa forma, permitem caracterizar como o mercado da construção de edifícios está estruturado.

O quinto capítulo, objetiva a elaboração propriamente dita das diretrizes balizadoras para os projetos de produção em alvenaria de vedações.

O sexto e último capítulo, apresenta as considerações finais referentes ao aprendizado adquirido com a elaboração das diretrizes balizadoras de projeto, e a análise dos estudos de caso, possibilitando a adequação das diretrizes balizadoras, dentro do processo de projeto para cada uma das empresas.

Por fim, são indicadas as referências consultadas para o desenvolvimento deste trabalho.

2- CONCEITUAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Os chamados processos construtivos tradicionais de execução de edifícios, incorporados e arraigados culturalmente na história de pessoas, trabalhadores e empresas com mentalidade organizacional artesanal vêm traçando o cenário da construção civil brasileira.

Esses processos são caracterizados predominantemente pela utilização de baixa mecanização, uso intensivo de mão de obra - na maioria das vezes, desqualificada, com baixa produtividade - altos índices de desperdício, elevados custos de produção e baixos níveis de racionalização (FREIRE, 2006).

Porém, nos últimos anos, esse cenário vem apresentando mudanças contínuas e progressivas em direção a um nível mais elevado da construção como indústria.

O mercado atual de produção de edifícios vem se apresentando com um caráter ainda desigual, em que, de um lado existem empresas com alto índice de produtividade, domínio do processo construtivo e organização mais racionalizada; em contrapartida, há empresas que mensuram em seus resultados finais, altos índices de desperdício associados à baixa produtividade e à falta de visão sistêmica do processo organizacional como um todo.

Esse crescimento progressivo da construção civil foi impulsionado por vários fatores sociopolíticos que ocorreram no País, principalmente nos últimos dez anos, com a corrida pela abertura de Capital Social de dezenas de construtoras, devido à facilidade de crédito imobiliário que, até meados de 2004, era pouco disponível e com taxas não atrativas. Essa disponibilidade de recursos vem proporcionando maior possibilidade de aquisição de imóveis e, conseqüentemente, aumento no número de lançamentos de empreendimentos novos para atender à demanda.

Além disso, fatores como a implantação do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) por parte do Governo Federal, que gerou um maior volume de obras de Infra Estrutura, o programa habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV) na sua fase II, as intervenções nos impostos como a isenção do (IPI) Imposto Sobre Produtos, o grande evento esportivo ocorrido no País - a Copa do Mundo - e a proximidade das Olimpíadas em 2016 têm contribuído para o aumento no volume de produção de obras na construção civil, tendo-se um cenário de crescimento moderado do setor - em torno de 4% do Produto Interno Bruto (PIB),

segundo afirmou o vice- presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON), Eduardo Zaidan¹.

Esse crescimento da construção civil nos dias atuais vem exigindo das empresas uma busca contínua pela modernização dos seus processos. Essa necessidade apresenta-se como grande desafio para os profissionais da área que devem buscar uma produção de edifícios mais sustentável e eficiente, ou seja, com aumento de produtividade e construtibilidade, baixo custo e alto desempenho ambiental aliados às condições indispensáveis de habitabilidade, funcionalidade, durabilidade e segurança uma vez que são exigências estabelecidas pela Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 (Edificações Habitacionais - Desempenho) que foi publicada em fevereiro, e passou a vigorar em 19 de julho de 2013.

Essa busca evolutiva em um mercado altamente competitivo tem feito com que as empresas construtoras partam em busca de melhores sistemas de gestão e organização no processo de produção dos edifícios.

De acordo com Sabbatini (1998), “a organização de todo o processo produtivo é a essência da Industrialização”. E segundo ele, a industrialização da construção pode ser conceituada como sendo: “um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva”.

Hoje as empresas construtoras vêm investindo cada vez mais na criação de processos de gestão organizacional e procedimentos construtivos para garantir padronização e melhor controle da qualidade. Têm investido também no uso de tecnologias da informação, softwares e ferramentas como o BIM (Building Information Modeling), um instrumento tecnológico de gestão organizacional que pode ser utilizado em e para todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, que, se bem empregado desde a concepção do empreendimento ainda na fase da elaboração dos projetos, poderá trazer muitos benefícios para toda a cadeia produtiva da Construção Civil.

Nesse contexto, tem-se a racionalização da construção como um processo que busca a industrialização do setor que, segundo SILVA (2003), não se dará de forma radical, com a substituição integral e erradicação imediata e definitiva das técnicas e características do processo tradicional, mas sim de uma forma gradativa, passando pela racionalização da

¹ Fonte: Web site - Valor Econômico, Título: Construção civil deverá crescer até 4% em 2013, projeta Sinduscon-SP, em 28/11/2012 – (www.valor.com.br/brasil/2921038/construção-civil-devera-crescer-ate-4-em-2013-projeta-sinduscon-sp).

construção tradicional para, aos poucos, incorporar inovações tecnológicas, organizacionais, de gestão, de controle, segundo metodologias apropriadas à sua implantação.

Rosso (1980) caracteriza a racionalização de um processo de produção, como sendo: “um conjunto de ações reformadoras que se propõe substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões”. Já Sabbatini (1989), conceitua-a de uma forma mais precisa, como sendo: “um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em toda as suas fases”.

Para Melhado (1994), segundo Peña (2003), “o conceito de racionalização construtiva apresenta-se como um instrumento de redução de custos e aumento de produtividade bastante poderoso para permitir a transição do estágio atual para uma nova configuração mais eficiente da atividade de construir, dentro de ambientes empresariais modernos e competitivos; sendo uma de suas características importantes o estudo e a adoção de soluções racionalizadas ainda na etapa de projeto”.

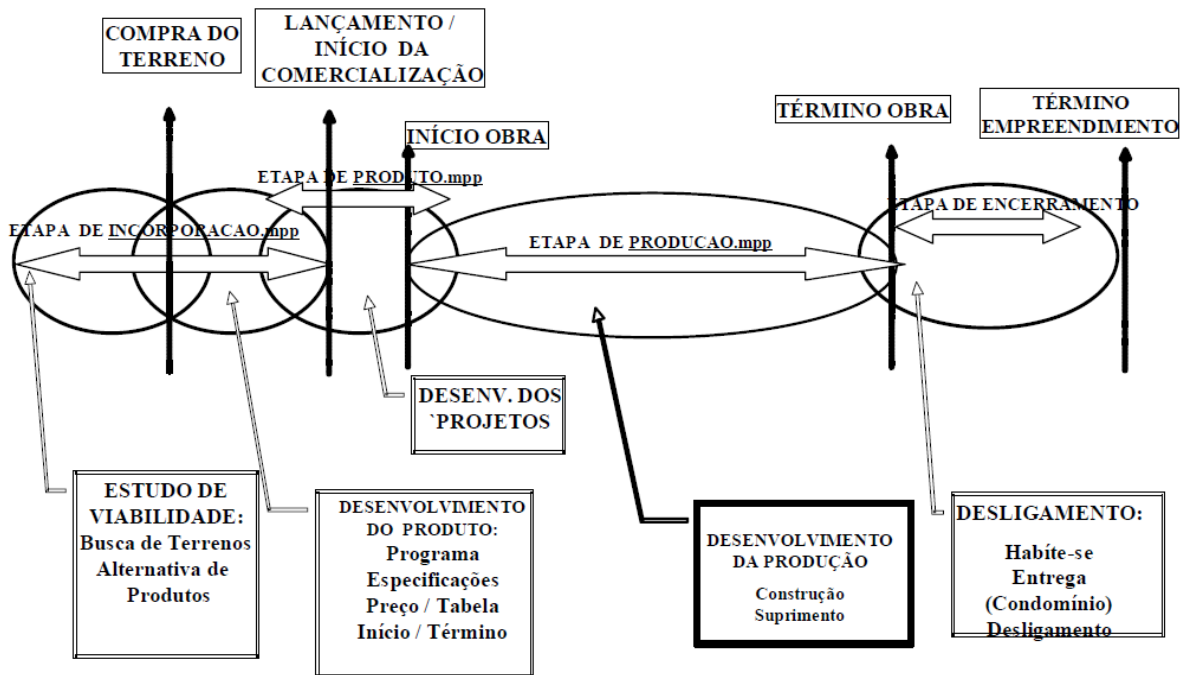
Pode-se dizer, então, que a cadeia produtiva da construção civil está buscando um aprimoramento nas atividades relacionadas à produção dos edifícios, baseando-se na criação de melhores processos organizacionais, de planejamento, de gestão e controle, de métodos mais eficientes e racionalizados de trabalho, com o uso intensificado de projetos para produção, a fim de alcançar um melhor nível de desempenho e produtividade, ou seja, com menores custo e prazo e aumento da qualidade.

Baseando-se neste contexto que engloba a racionalização em busca da industrialização, é que nos próximos itens serão estudadas as vedações verticais de alvenaria como um importante elemento do empreendimento imobiliário e foco mais específico deste estudo.

2.1 CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO

Levando-se em consideração a proposta deste trabalho de estudar e analisar a fase de concepção dos empreendimentos imobiliários com vistas a se estabelecer um conjunto de diretrizes para o projeto de alvenaria de vedação, é necessário destacar o ciclo de vida de um empreendimento imobiliário (figura 2).

Figura 2 - Ciclo de Vida de Empreendimento Imobiliário: Etapas ou Fases que Geram Produtos e Necessitam de Planejamento.



Fonte: Assumpção, 2007, p.6. ²

Pela figura 2, observa-se que na etapa de incorporação há o início do projeto.

Para a maioria das empresas do mercado imobiliário de construção de edifícios, todo o processo começa com a busca e aquisição de um terreno, onde seja possível implantar um empreendimento imobiliário. Da existência do terreno, bem como, de suas características principais, como dimensões e localização dependerá toda a concepção do empreendimento.

Somente depois do terreno definido é possível pensar se o edifício a ser construído será residencial ou comercial, estabelecer o programa de necessidades estipulando-se se será um apartamento com dois ou três dormitórios, por exemplo.

Essa fase da etapa de incorporação é conhecida como estudo de viabilidade e é nela que a busca por terrenos e as alternativas de produtos são estrategicamente pensadas.

Após a compra do terreno usualmente é contratado um escritório de arquitetura para elaborar um primeiro estudo.

² Material disponível no curso MBA-(Gerenciamento de Obras) – UFBA – Universidade Federal da Bahia - Disciplina (Técnicas para Planejamento de Empreendimentos: Conceitos e Instrumentos) – Prof. Dr. José Francisco Pontes Assumpção, 2007.

Dependendo da dimensão do empreendimento, podem ser contratados mais de um escritório a fim de se criar uma concorrência na apresentação do anteprojeto. Existem empresas no mercado que não seguem esse formato, porque já possuem os seus próprios arquitetos ou arquitetos parceiros para desenvolver os primeiros estudos.

A próxima etapa do processo é a elaboração de um primeiro estudo de massas, de acordo com a situação existente do terreno. Nesta fase já seria possível obter a definição de sistemas construtivos, como por exemplo: será de alvenaria ou pré-moldado? No caso, se a escolha for para alvenaria, poderá ser definido o uso da modulação de acordo com o padrão usual da empresa construtora.

A partir da aprovação do estudo de massas, o processo se torna interativo, mas apenas com a área de incorporação. A engenharia é consultada somente se surgir alguma dúvida do que precisa ser feito. Atualmente esse conceito está mudando e em muitos casos, a engenharia já vem participando do processo desde a concepção do produto.

Após a conclusão do primeiro estudo de massas, vem a elaboração do primeiro orçamento, podendo ser chamado de “orçamento especulativo”, porque ainda não tem nenhum projeto desenvolvido, mas já existem informações importantes que irão auxiliar na sua elaboração como a área estimada de construção que será comparada com os índices da empresa, a fim, de se levantar um percentual de custos suficiente para seguir em frente com o processo.

Podem se passar anos fazendo-se o estudo de viabilidade em um terreno. Apenas quando o empreendimento é viabilizado é que o processo segue em frente.

Em paralelo com o trabalho de detalhamento da arquitetura, começa um trabalho interativo com a engenharia, que passa a elaborar orçamentos cada vez mais precisos de acordo com as definições adotadas, alimentando assim, o andamento do processo.

Quando ocorre a definição, e o produto está pronto para o lançamento no mercado imobiliário, começa a participação efetiva dos projetistas técnicos.

Existem empresas com sistema de gestão dos processos de projeto mais definidos, que possuem os seus próprios projetistas estruturais que sabem que vão ser contratados para o desenvolvimento do projeto e conseguem antecipar essa etapa, emitindo um pré-lançamento do projeto de acordo com as reuniões iniciais de estudo de massas, ajudando assim, a definição inicial de concepção do empreendimento.

Uma vez que o projeto entra na fase de aprovação na Prefeitura deveria, a rigor, começar o desenvolvimento dos projetos técnicos. Existem empresas no mercado que alegam

não saber quanto tempo irá levar o processo de aprovação e se ele ocorrerá. Por isto, postergam esse investimento no desenvolvimento de projetos por considerá-lo de risco.

Segundo Sabbatini (2013)³, desde o começo do processo de desenvolvimento do empreendimento existem riscos, inclusive na fase de projeto. Esse mesmo autor afirma que se existir um risco de 80% de não se viabilizar o empreendimento, pode ser razoável postergar a elaboração dos projetos, mas, se o risco estiver em torno de 15% a 20%, é possível começar e com folga todos os projetos necessários para se fazer uma boa produção.

Esse tipo de decisão se torna complexa para a empresa, porque afeta questões que envolvem custos e dependem das vendas iniciais para viabilizar a contratação dos projetos.

Para Sabbatini (2013), se a empresa possuir diretrizes para elaboração dos projetos de produção, é possível desenvolver rapidamente os projetos, a um custo baixo. Isso porque, existirá um banco de informações definidas que possibilitarão a elaboração desses projetos que, ainda que tenham suas particularidades, será possível alcançar produtividade e construtibilidade.

Para melhor exemplificar o processo genérico de desenvolvimento do empreendimento antes abordado, foi feita uma pesquisa com o departamento de projetos da construtora Cyrela, buscando-se demonstrar como é elaborada essa etapa do processo dentro da empresa.

Segundo Lima (2014),⁴ o surgimento de um empreendimento imobiliário dá-se a partir do estudo de viabilidade, onde um terreno é comprado, passando para a área de produto, que começa a desenvolver o projeto com o arquiteto contratado.

As fases e etapas do processo de formatação do empreendimento, são:

- Terrenos;
- Produto;
- Processo de aprovação nos órgãos públicos;
- Projetos (etapa de Estudo Preliminar) – Inputs técnicos;
- Material de vendas;
- Stand de vendas (apartamento modelo);
- Projeto aprovado;
- Lançamento.

³ Material Fornecido pelo Professor Dr. Fernando Henrique Sabbatini em entrevista realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 10 de Julho de 2013.

⁴ Elisa Maria de Lima – Coordenadora de estudos preliminares - Departamento de Projetos da construtora Cyrela - Entrevista realizada por e-mail em maio de 2014.

Os departamentos que participam juntamente com a incorporação são:

- Planejamento e Orçamento;
- Projetos;
- Ponto de Vendas;
- Marketing;
- Vendas;
- Inteligência de Mercado;
- Qualidade;
- Jurídico.

Nesta empresa, todos os projetistas participam do processo de elaboração dos projetos, desde a fase de concepção do empreendimento. Alguns escritórios, nesta fase, emitem relatórios de compatibilização de projetos e outros acabam elaborando pré - projetos de estudo preliminar, ajudando assim, a definição do produto e a racionalização do processo como um todo.

2.2 SUBSISTEMA VEDAÇÃO VERTICAL

Segundo Sabbatini (2011)⁵ “a vedação vertical é um subsistema do edifício constituído por elementos que definem e limitam verticalmente o edifício e seus ambientes internos e controlam a passagem de agentes atuantes”.

A Norma ABNT NBR 15575-4 conceitua as vedações verticais como sendo: Partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas a as paredes ou divisórias internas.

Franco (1998) conceitua como sendo o subsistema que tem como principais funções compartimentar a edificação e propiciar aos ambientes características que permitam o adequado desenvolvimento das atividades para as quais eles foram projetados. Acrescenta, ainda, que são os principais responsáveis pelo desempenho global da vedação vertical que envolve além do vedado propriamente dito, os revestimentos e as esquadrias.

⁵ Material fornecido no curso MBA-TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Disciplina (Tecnologia de Produção de Vedos e Revestimentos).

Pode-se, então, destacar as vedações verticais como sendo um sistema que condiciona fortemente o desempenho do edifício e em conjunto com os demais subsistemas e suas interfaces desempenham funções fundamentais para a racionalização do processo construtivo dos edifícios como um todo. Além disso, têm grande importância econômica podendo ser consideradas o maior item de custo de produção, quando analisadas no seu todo, isto é, os vedos, as esquadrias e os revestimentos que as compõem. Podem também representar grande volume de materiais, com cerca de $0,3\text{m}^3/\text{m}^2$ de área em planta, correspondente a 35% da massa do edifício. Em relação aos custos, podem representar cerca de 35 a 60% do custo total da obra. (Índices obtidos de notas de aula).⁶

A importância das vedações verticais vai além da abordagem referente a custos, uma vez que podem determinar as diretrizes para o planejamento e programação da execução da obra, pois, segundo Sabbatini (2011),⁷ podem:

- estar no caminho crítico da obra;
- determinar o potencial de racionalização da produção, na medida em que interferem com as instalações elétricas e hidráulicas e sanitárias, com as esquadrias, com a impermeabilização e com os revestimentos;
- determinar grande parte do desempenho do edifício como um todo, por serem responsáveis pelos aspectos relativos à habitabilidade tais como: conforto, higiene, saúde e segurança de utilização;
- ter forte relação com a ocorrência de problemas patológicos, como fissuras, destacamento de revestimento, entre outros; e ainda,
- constituir, em muitos casos, a própria estrutura do edifício (alvenarias estruturais ou painéis portantes).

Portanto, é possível afirmar que a vedação vertical exerce um papel importante no processo de racionalização construtiva dos edifícios e, assim, a busca pela máxima eficiência de sua produção nos canteiros de obras pode alcançar níveis muito satisfatórios rumo ao caminho da industrialização de todo o processo construtivo.

⁶ Material fornecido no curso MBA-TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Disciplina (Tecnologia de Produção de Vedos e Revestimentos).

⁷ Material fornecido no curso MBA-TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Disciplina (Tecnologia de a Produção de Vedos e Revestimentos).

Neste trabalho, o foco é para o vedo constituído por blocos de alvenaria. A principal função deste elemento é de criar em conjunto com as esquadrias e os revestimentos, as condições de habitabilidade para o edifício, ou seja, prover a compartimentação espacial dos ambientes internos, o vedo envoltório para as paredes externas de fachada, bem como o controle da passagem dos agentes atuantes indesejáveis, como o calor, frio, sol, chuva, vento, umidade, ruídos e ladrões.

Para exercer essas funções, o conjunto vedações verticais deverá atender os requisitos de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 15575/2013, dentre os quais se destacam:

- **Desempenho estrutural** - (a. Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos; b. Deslocamentos, fissuras e ocorrências de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas; c. Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedação internas e externas; d. Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural; e. Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas – para casas térreas – com ou sem função estrutural; f. Ações transmitidas por portas; g. Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural; h. Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas);
- **Segurança contra incêndio** - (a. Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada; b. Dificultar a propagação do incêndio; c. Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação);
- **Estanqueidade** - (a. Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas); b. Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrentes da ocupação do imóvel);
- **Desempenho térmico** - (a. Adequação de paredes externas; b. Aberturas para ventilação);
- **Desempenho acústico** - (Níveis de ruído permitidos na habitação);
- **Durabilidade e manutenibilidade** - (a. paredes externas – SVVE; b. Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas; c. Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas);

Além da importância frente ao desempenho do conjunto, como anteriormente destacado, o vedado de alvenaria tem uma participação fundamental na industrialização do processo de execução sendo que a sua modularidade contribui significativamente para que se atinja um maior grau de racionalização, sendo por isso objeto do próximo item.

2.3 COORDENAÇÃO MODULAR

Neste capítulo serão abordados os conceitos básicos relacionados ao uso e implantação da coordenação modular em projeto. Não é o foco descrever detalhadamente a coordenação modular, mas sim, mostrar ao leitor a real importância que a implantação desta prática pode ter sobre o processo de produção de edifícios como um todo.

Portanto, seguem as definições dos conceitos básicos da coordenação modular.

Rosso (1976) trata a coordenação modular como uma metodologia sistemática do processo de industrialização.

Para Penteado (1980), a coordenação modular é definida como “a obtenção da coordenação dimensional por meio de um módulo”, em que coordenação dimensional pode ser entendida como a escolha de dimensões de forma racional e conveniente, levando – se em consideração a sua relação com a edificação (FREIRE, 2006).

Lucini (2002) entende por coordenação modular “o sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predeterminado (10cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações”.

A norma Brasileira “Coordenação Modular para Edificações” – ABNT NBR 15873:2010 traz como objetivo, permitir que os sistemas e componentes tenham medidas padronizadas de forma industrial e sejam compatibilizados desde o projeto, tornando a construção mais racionalizada e com alto índice de produtividade.

Todas as definições apresentadas anteriormente mostram que a coordenação modular de projetos pode servir como ferramenta de auxílio no processo de racionalização e industrialização da construção civil.

Segundo Freire (2006), sua correta utilização beneficia não só os construtores como também os projetistas por meio da padronização de componentes que permite maior racionalização dos projetos, detalhes e especificações, reduzindo o tempo de desenvolvimento dos mesmos. Para os fabricantes, o seu maior benefício é a padronização e simplificação das

soluções, reduzindo a variedade de tipologias, facilitando a linha de produção, a estocagem e a distribuição.

A mesma autora ainda descreve o papel fundamental da coordenação modular em busca de maior racionalização e industrialização da construção civil, a partir das seguintes ações:

- possibilitar padronização dimensional e geométrica de componentes, de forma a permitir a intercambialidade entre eles;
- facilitar o desenvolvimento de projetos e sua maior integração com a obra;
- servir como ferramenta auxiliar para outras fases do processo construtivo, que vão desde a organização e o planejamento operacional, até o desenvolvimento de novos sistemas construtivos;
- estabelecer diretrizes para a elaboração de novos componentes, produtos e tecnologias;
- facilitar a etapa de fabricação dos componentes, pela padronização e tipificação, podendo reduzir os seus custos de produção;
- colaborar com o aumento da produtividade, por meio da produção por montagem de componentes que não sofrem ajustes e cortes no canteiro;
- reduzir os desperdícios de material e mão de obra no canteiro;
- possibilitar a adoção de componentes industrializados, sem restringir a flexibilidade; e
- facilitar o entendimento e a cooperação entre os autores do projeto, os fabricantes dos componentes e os executores da obra.

No entender deste autor, a adoção da coordenação modular no desenvolvimento dos projetos é fundamental para se alcançar um processo de modulação mais padronizado e altamente racionalizado. Mas, é preciso que os projetos arquitetônicos contemplem propostas que previamente busquem integrar e compatibilizar as soluções técnicas com as soluções estéticas, adotando o uso da coordenação modular na fase de formatação do produto.

Segundo Freire (2006), “o ideal é que os projetos sejam iniciados com a aplicação da coordenação modular, ou seja, que desde o primeiro estudo, o projeto seja concebido sobre a malha modular (quadrícula)”.

Segundo o BNH/ IDEG (1976), apud Greven e Baldauf (2007)⁸, o projeto modular é baseado no sistema de referência, através do quadriculado modular de referência. Dessa 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 como também a montagem dos componentes em obra, reduzindo a ocorrência de cortes.

A coordenação modular faz parte de um processo evolutivo necessário para a construção civil que, segundo Freire (2006), para se tornar mais difundida, é necessário passar pelas seguintes etapas:

- **conscientização e divulgação dos conceitos, princípios e diretrizes da coordenação modular entre estudantes e profissionais de arquitetura, incorporadores, construtores e fabricantes;**
- **racionalização dos processos construtivos tradicionais para facilitar a adoção das práticas da coordenação modular;**
- **mudança organizacional nas empresas de projeto, de incorporação e construção de modo a melhorar o fluxo de atividades ligadas ao desenvolvimento dos projetos; mudanças organizacionais no canteiro;**
- **implantação dos princípios da coordenação modular nos projetos, utilizando inicialmente os componentes tradicionais da construção;**
- **parceria entre fornecedores, projetistas e construtores para a produção de componentes coordenados dimensionalmente e normalizados;**
- **implantação da coordenação modular nos projetos, utilizando os componentes coordenados dimensionalmente;**
- **implantação da coordenação modular em obras; e**
- **análise dos resultados e retroalimentação do processo.**

⁸ Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada / Hélio Adão Greven; Alexandra Staudt Follmann Baldauf – Porto Alegre: ANTAC, 2007 – (Coleção Habitare, 9).

3- TOMADA DE DECISÕES PARA A ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Neste capítulo, são discutidos alguns conceitos relacionados à tomada de decisões de projeto e à necessidade de incorporá-las na fase inicial de concepção dos empreendimentos imobiliários, juntamente com a concepção do produto, visando ao aumento contínuo de eficiência na organização e planejamento do processo de produção.

Destaca-se ainda, a importância da integração dos principais projetos conceituais - arquitetura, estrutura e instalações - com os projetos para produção, no caso mais específico deste trabalho, o projeto para produção das alvenarias de vedação. Dessa integração poderão ser definidas diretrizes visando à racionalização do processo de produção.

Adicionalmente são apresentados os níveis hierárquicos de decisões e a necessidade de utilizá-los como ferramenta para criação das diretrizes de projeto, objeto deste trabalho.

3.1 A INTEGRAÇÃO INICIAL DOS PROJETOS

Durante a fase de concepção do empreendimento são tomadas ou deveriam ser tomadas as principais decisões de projeto que mais têm impacto no custo, na produtividade e na eficácia do produto final.

Segundo Castro (2007), “a fase de concepção do empreendimento é aquela em que se definem suas diretrizes, especificando-se as características gerais, tais como: número de unidades, dormitórios e pavimentos, padrão da construção e dos acabamentos, público alvo a ser atingido, equipamentos e instalações, sistemas construtivos e estruturais, dentre outros”. Melhado (1998) apud Aquino (2004) destaca que na etapa de concepção do produto, geralmente feita por um arquiteto, são verificadas as características do terreno, taxa de ocupação, área máxima a ser construída, bem como a viabilidade econômica do empreendimento. Nessa etapa, a participação dos demais projetistas e construtor é pouco expressiva. Aquino (2004) ainda enfatiza a importância de que, nesta etapa em que o produto está sendo pensado, haja integração entre os diversos agentes envolvidos.

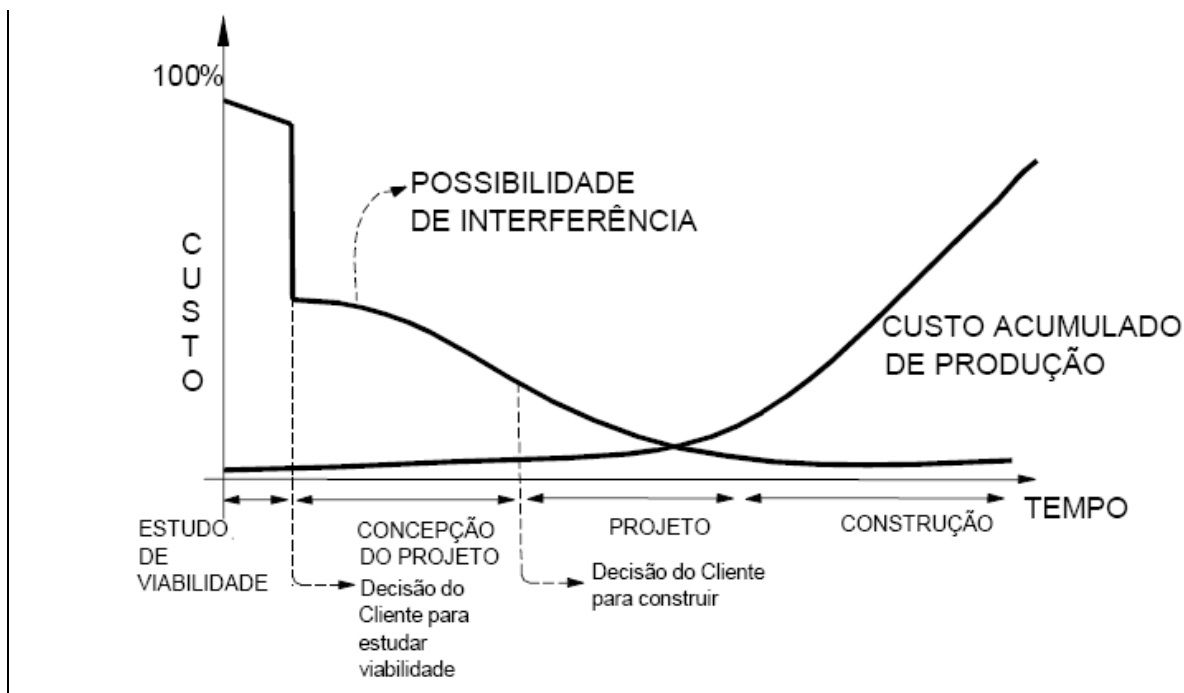
Muitas das decisões nessa fase inicial do empreendimento, se não forem tomadas corretamente, poderão acabar limitando muito a eficiência do processo ao longo do tempo.

É possível observar pela figura 3, a importância das fases iniciais do empreendimento, em relação à possibilidade de interferência no custo que é de 100% na fase inicial que, por

outro lado tem custo muito reduzido, ou seja, essa fase de estudo de viabilidade não demanda muito recurso financeiro, mas gera possibilidade enorme de retorno.

Toda a etapa de projeto leva a um investimento muito baixo e possibilita interferir muito no curso do empreendimento. Quando se chega na fase de produção, os gastos se tornam muito elevados e não se consegue mais influenciar no custo de produção ou se influencia muito pouco.

Figura 3 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.



Fonte: Hammarlund e Josephson (1992), apud Peralta (2002).

Fonseca (2004), a partir de uma visão capitalista do mercado imobiliário, destaca que: “o processo de produção dos edifícios engloba a elaboração de diversos projetos distintos, sendo o primeiro deles, o projeto do produto imobiliário encomendado pelo incorporador e pelos clientes investidores e desenvolvido por um arquiteto, em busca da valorização do capital investido. O projeto de arquitetura do edifício encomendado, se faz (ou deveria ser feito) sob outra ótica. A ótica do uso, da construtibilidade, da facilidade de manutenção, da durabilidade e da beleza”. Com base na linha de pensamento de Fonseca (2004), observa-se que o projeto arquitetônico usualmente não é pensado de acordo com a produção do edifício, mais sim em busca da valorização do capital investido com o maior retorno possível da lucratividade, muitas vezes negligenciando a produção.

O mesmo autor destaca que: “a não contratação dos diversos projetos no início do processo de definição do edifício é o que mais dificulta a sua integração”.

A falta de integração dos projetos com a etapa de produção do empreendimento - ainda na etapa de elaboração do processo de planejamento da produção - é ainda mais forte dada à dicotomia existente entre o incorporador e o construtor no mercado brasileiro de construção de edifícios. O incorporador, na maioria dos casos, tem ideias que não necessariamente convergem para as do construtor e, por isso, muitas decisões tomadas no início do processo não são as mais adequadas para o momento da produção. Além disso, às vezes, não é a mesma empresa que empreende e constrói, impactando ainda mais nas decisões que poderiam simplificar, racionalizar e até influenciar fortemente na relação de custo e prazo, bem como na produtividade e qualidade na produção dos edifícios. Quando o processo está em andamento, às vezes já na fase de execução da obra, as decisões ficam muito limitadas e o impacto no custo, na produtividade, na eficácia de todo o processo de produção, acaba ficando comprometido gerando, inclusive, grandes prejuízos financeiros para as empresas.

Sabbatini (2011), destaca que a fase inicial de concepção do empreendimento tem poder de influenciar fortemente em:

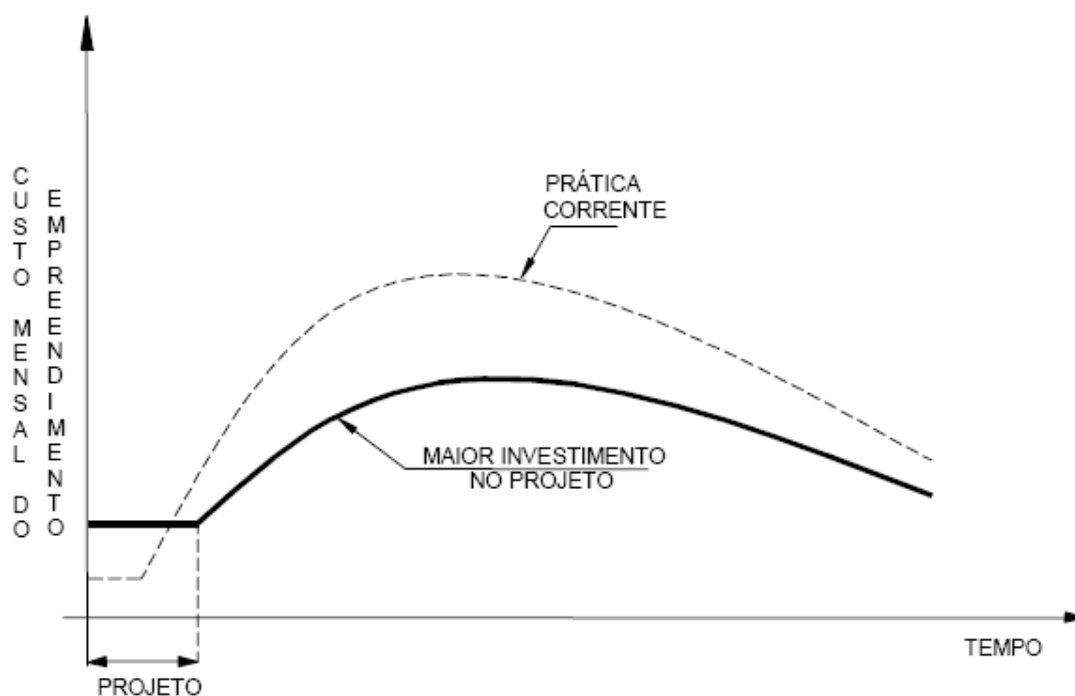
- custo global do edifício;
- grau de dificuldade e grau de racionalização de execução do edifício;
- produtividade de execução do edifício;
- desempenho esperado do edifício;
- ocorrência futura de problemas patológicos no edifício.

Segundo Sabbatini (2011), “O projeto de arquitetura tem de ser concebido pensando simultaneamente a estrutura”. Entretanto, essa ideia pode ser extrapolada para todos os demais projetos conceituais como também os projetos de produção.

No Brasil, não existe a cultura de investimento nas fases iniciais de projeto. Entretanto, sabe-se que em países desenvolvidos o tempo destinado às fases de projeto chega a ser da mesma ordem de grandeza do tempo dedicado posteriormente à obra.

A figura 4, proposta por Barros e Melhado (1997), ilustra o quão importante é a proposta de valorização da etapa de projeto na fase inicial do empreendimento.

Figura 4 – Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, com ideia de um maior “investimento” na fase de projeto para minimizar os custos da fase de produção.



Fonte: Barros e Melhado (1997), apud Peralta (2002).

Observando o gráfico da figura 4, é possível identificar que é atribuído um tempo maior para as etapas de projeto e, conseqüentemente, ocorre um acréscimo ao montante de recursos destinados a essa etapa.

Segundo Peralta (2002), “o investimento em prazo e custo de projeto deve assumir um papel diferenciado do atual, ou seja, será necessário um maior investimento inicial para permitir o maior desenvolvimento do projeto, ainda que nesta fase ocorra acréscimo no custo inicial do empreendimento e, eventualmente, um tempo maior dedicado à sua elaboração”.

Assim como o projeto arquitetônico deve ser integrado com o estrutural, o projeto de produção das vedações verticais e, particularmente o das alvenarias, também deve participar da elaboração das decisões iniciais no que diz respeito à formatação do empreendimento. Aquino (2004) corrobora essa ideia ao destacar alguns procedimentos usuais na contratação do projeto que dificultam a maior contribuição do projeto de vedações à melhoria das condições de produção:

- o projeto é contratado tardiamente, muitas vezes quando a execução do edifício está em fase avançada; assim, acaba contribuindo para o atraso de atividades; por outro lado, há situações em que o projeto de produção das alvenarias é desenvolvido após a finalização do detalhamento dos projetos executivos.
- Há deficiência na coordenação do projeto, falta de treinamento da equipe para a leitura e entendimento do mesmo;
- Faltam informações necessárias para o desenvolvimento do projeto para produção;
- Há dificuldade de entendimento, por parte dos contratantes, dos benefícios da implantação de projetos para produção;
- As empresas contratantes do projeto de vedações verticais geralmente não têm padrões e procedimentos executivos pré-definidos;
- O projeto para produção é utilizado parcialmente por aqueles que executam a obra, comprometendo o projeto inicialmente proposto;
- Não há retroalimentação do projeto de produção para o projetista.

De acordo com Chalita (2010), “para que o projeto para produção de vedações possa cumprir sua função de integrador dos demais subsistemas da obra e das equipes de concepção, desenvolvimento de projetos e execução de obras, deve ser inserido desde a fase inicial do ciclo de vida do empreendimento, isto é, na fase de concepção do produto”. Essa mesma autora propõe um escopo mais completo e detalhado para os projetos de produção, salientando a necessidade de incluir informações e dados mais precisos sobre o processo construtivo, as técnicas construtivas, os materiais e componentes, o planejamento e logística de produção, critérios de aceitação e procedimentos de gestão.

As contribuições de diversos autores apresentadas deixam claro o quão importante é a integração dos projetos no processo de planejamento do empreendimento desde a fase de concepção do edifício, visando à melhoria de todo o processo de produção.

As definições de projeto para produção é tratada a seguir.

3.2 PROJETO PARA PRODUÇÃO

As principais empresas no mercado da construção civil de São Paulo estão utilizando os chamados Projetos para Produção em seus canteiros de obras. Dentre eles destacam-se os projetos de fôrmas e de vedações verticais, considerados os pioneiros no mercado. Neste trabalho, o foco principal será para o projeto para produção das vedações verticais.

Segundo Manneschi (2011), “os projetos para produção, além de oferecerem excelentes informações para a tomada de decisões táticas e estratégicas para gerentes e coordenadores de projeto, geram também dados importantes para a equipe de produção, tornando-se uma ferramenta essencial para assegurar a compatibilidade e racionalização construtivas”.

Para Aquino (2004), o projeto para produção pode exercer papel fundamental na diminuição dos custos relativos aos desperdícios devido à ausência de controle da produção e domínio completo do processo construtivo, além de poder constituir um meio para melhoria do desempenho do produto final, pela antecipação de possíveis problemas de execução. A mesma autora, abordando a qualidade final do empreendimento, destaca que é indiscutível a importância do projeto para produção, pois funciona como instrumento de ligação e viabilização de todo o processo construtivo.

Chalita (2010) define projeto para produção como: “Uma ferramenta organizacional que define completamente e de forma sistêmica a maior parte das atividades necessárias para produzir um subsistema da edificação e que engloba o projeto do processo e incorpora o projeto do produto, o planejamento e a gestão da produção de forma a possibilitar a execução contínua dos serviços, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade específicos”.

As empresas construtoras utilizam os projetos para produção em seus canteiros de obras em busca do aumento da eficiência no processo construtivo que, de acordo com Maximiano (2000), significa: “realizar atividades ou tarefas de maneira certa e inteligente, com o mínimo de esforço e com o melhor aproveitamento possível de recursos”. O mesmo autor exemplifica sua definição, afirmando que: “quanto menor o esforço necessário para produzir um resultado, mais eficiente é o processo”.

Então, é possível dizer que, quanto mais facilitado for o processo de escolha e definição das vedações verticais, na fase inicial da concepção do empreendimento, mais eficiente será o processo de produção do edifício em sua fase de construção. As diretrizes para

o projeto para produção de vedações que se busca estabelecer neste trabalho poderão contribuir para a maior eficiência do processo.

Para Sabbatini (2013),⁹ o processo tem que ser eficiente e eficaz ao mesmo tempo. Para esse autor, ser eficiente significa fazer mais com o mínimo de recursos possíveis; enquanto ser eficaz significa simplesmente atingir o objetivo, não necessariamente com o melhor rendimento possível.

Atingir um objetivo pode ser, por exemplo, cumprir o prazo de execução de um determinado serviço ou atingir a qualidade e o desempenho especificados em projeto.

O importante é que não adianta ser eficaz na realização de um serviço, se o fizer com uma qualidade inadequada.

Quando se fala em qualidade, pode-se dizer que o processo tem de ser eficiente e eficaz ao mesmo tempo, para poder atingir o objetivo esperado com o melhor rendimento possível.

Em relação à produção dos edifícios, os projetos são importantes porque servem como referência para comparação e ferramenta de verificação para saber se o processo de produção é ou não eficiente. Sem o projeto, não é possível saber se o processo de planejamento organizacional está atingindo o melhor rendimento possível ou, pelo menos, o rendimento esperado na fase de execução.

Por exemplo, quando se está executando um edifício com o uso dos projetos para produção e tendo-se definido e planejado previamente uma determinada eficiência, caso ocorra algo errado durante o processo de execução, pode ser que o processo não tenha a eficácia esperada e, conseqüentemente, também não tenha eficiência. Entretanto, com o uso do projeto - que se torna uma ferramenta facilitadora do processo de produção - será possível buscar onde ocorreu o possível erro e descobrir como e porque não foi atingida a eficiência pré estabelecida no projeto. Com isso, os executores da obra não perdem a referência da eficiência que tinham de atingir, pré-determinadas na fase de elaboração do projeto de produção.

Segundo Sabattini (2013)¹⁰, “quando a construção civil trabalha sem projeto para produção, fica sem parâmetros, sem procedimentos que estabeleçam padrão de qualidade e, por fim, sem referência de qualidade no produto final”.

⁹ Material Fornecido pelo Professor Dr. Fernando Henrique Sabbatini em entrevista realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 10 de Julho de 2013.

¹⁰ Material Fornecido pelo Professor Dr. Fernando Henrique Sabbatini em entrevista realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 10 de Julho de 2013.

O projeto de produção das vedações verticais, objeto deste trabalho, tem como objetivo servir como canal de comunicação eficiente entre projeto e coordenação, planejamento, definições de tecnologias que serão empregadas no empreendimento, e controle da produção no que diz respeito à execução das vedações verticais com a interface dos outros subsistemas do edifício.

Segundo Silva (2003), ao discorrer sobre o papel do projeto na produção de edifícios, considera que projetar “é definir previamente o quê, como e quando produzir”, sendo atribuição do projeto do produto a definição do quê produzir e do projeto para a produção, de como e quando produzir.

Mas, em muitos casos, o projeto para produção das vedações verticais, por exemplo, é visto simplesmente como um projeto do produto ou mesmo um projeto executivo um pouco mais racionalizado. Melhado e Aquino (2006), descrevem que há deficiência nos projetos para produção em relação às considerações sobre desempenho do subsistema vedações. Muitas vezes, as vedações dos edifícios não estão sendo projetadas com base em requisitos de desempenho previamente estabelecidos mas sob a égide do empirismo.

Os mesmos autores complementam dizendo que os escopos desses projetos praticados pelas empresas projetistas de vedações praticamente apresentam a mesma proposta:

- plantas de locação e marcação da 1ª fiada;
- distribuição dos pontos de elétrica e hidráulica;
- caderno de elevações e algumas especificações que, muitas vezes, são do próprio procedimento da empresa construtora.

Ao se elaborar o projeto para produção de vedações verticais, o que acaba ocorrendo é a compatibilização desse projeto com os definidos em etapa posterior à de concepção do empreendimento, deixando-se de lado questões relativas a custos, produtividade e desempenho que não são levadas em consideração.

Pode-se observar que é preciso acrescentar procedimentos, gestão e planejamento para que os projetos deixem de ser vistos simplesmente como projeto do produto e tornem-se projetos elaborados e pensados para a produção, com escopos bem definidos, contemplando a logística para os canteiros de obras (recebimento, estocagem e transportes verticais e

horizontais dos materiais e componentes pertinentes às vedações, bem como a distribuição correta em cada pavimento).

Chalita (2010) salienta que “o objetivo do projeto para produção deve ser a definição completa e precisa do subsistema de um edifício a que se refere, de modo que sua produção em canteiro possa ser feita em sua plenitude, com base exclusivamente no seu projeto para produção”. A mesma autora ainda elabora um escopo mais detalhado para os projetos de produção das vedações verticais, com o intuito de se racionalizar o processo e propõe que os projetos para produção das vedações verticais devem apresentar:

- características do processo construtivo (por exemplo: estrutura reticulada em concreto armado moldada “in loco” com fechamento em alvenarias de vedação);
- característica do método construtivo (por exemplo: conjunto de técnicas utilizadas para a produção das alvenarias de vedação, sequência de execução das etapas, prazos mínimos a serem observados, condição necessária para início dos serviços);
- técnicas de execução (chapisco, marcação, elevação e fixação da alvenaria);
- técnicas construtivas para execução das interferências com demais subsistemas;
- características dos componentes (blocos, compensadores, telas, pinos);
- características exigidas da argamassa para marcação, elevação e fixação das alvenarias;
- especificação da composição e dosagem, nos casos em que a argamassa for produzida em obra;
- características de produção da argamassa (definição de equipamentos para o preparo da argamassa);
- quantitativos dos componentes e materiais para aquisição;
- definição de ferramentas e equipamentos necessários;
- quantitativos de áreas de parede para planejamento da execução, contratação de mão-de-obra ou serviço e medição dos serviços;
- planejamento da produção: prazos de execução, dimensionamento de equipe a partir de índices de produtividade, definição de frentes de trabalho e sequenciamento de paredes no pavimento;

- logística de produção: estoques e movimentação de materiais;
- procedimentos de execução e controle de qualidade dos serviços;
- definição da metodologia e dos critérios de aceitação dos serviços;
- procedimentos de gestão; definição de responsabilidades; especificações para contratação de terceiros; orçamento; contratos; definição dos fluxos de informação.

O atendimento a todos esses itens pode proporcionar ao projeto para produção das vedações verticais alcançar patamares mais elevados de racionalização, rumo à industrialização. Pode, ainda, desempenhar um papel mais completo na busca pela máxima eficiência do processo de produção de edifícios.

É indiscutível a importância do projeto para produção que funciona como um instrumento de ligação e viabilização de todo o processo construtivo.

Para que isso ocorra, é necessário que a tomada de decisões durante a fase de projeto, desde a concepção do empreendimento, seja adequada, sendo esse o tema do próximo item.

3.3 NÍVEIS DE DECISÕES

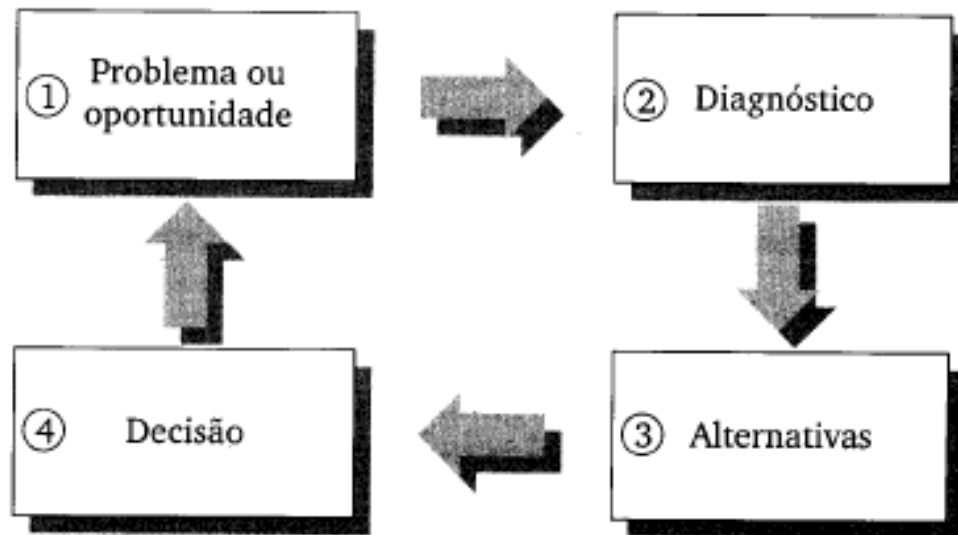
O campo das decisões humanas é muito vasto, podendo existir inúmeras formas, critérios e possibilidades diferentes de classificação e avaliação para as decisões e tomadas de decisões, o que foge do objetivo traçado para esta monografia. Assim, serão abordados apenas alguns conceitos básicos introdutórios, a título de entendimento da sequência a ser estudada nos próximos tópicos e capítulos.

Segundo Souza (2003), “a todo momento as pessoas tomam decisões, sejam elas decisões pessoais relativamente simples ou complexas”.

De acordo com Maximiano (2000), “decisões são escolhas que as pessoas fazem para enfrentar problemas e aproveitar oportunidades”.

Para Simon (1965) apud Souza (2003),: “o problema de tomada de decisões envolve não somente o ato final de escolher entre alternativas, mas, o processo de decisão como um todo”. Maximiano (2000), por sua vez, coloca que “o processo decisório é a sequência de etapas que vai desde a identificação da situação até a escolha e colocação em prática da ação ou solução, como mostra a figura 5 que ilustra as quatro etapas principais do processo decisório.

Figura 5 - O processo decisório (ou processo de resolução de problemas).



Fonte: Maximiano, 2000, p. 141.¹¹

Quando a decisão é colocada em prática, o ciclo se fecha, gerando uma nova situação de decisão.

Por se tratar de um tema muito amplo e complexo e também muito abordado por outros trabalhos de monografia, adota-se neste estudo uma única forma de classificação para as decisões, quanto ao nível hierárquico que, de acordo com Keuning (1998), apud Maximiano (2000), apud Souza (2003), são:

- Estratégicas;
- Táticas;
- Operacionais;

As decisões estratégicas compreendem as grandes escolhas de objetivos organizacionais e meios para realizá-los. As táticas referem-se aos meios de colocar em prática as decisões estratégicas.

¹¹ Maximiano, Antonio Cesar Amaru – Introdução à Administração/ Antonio Cesar Amaru Maximiano – 5. Ed. Ver e ampl. – São Paulo: Atlas, 2000.

E as decisões operacionais abrangem a definição de meios e recursos para a execução de atividades, normalmente realizadas no nível dos grupos operacionais de trabalho.

Transportando esses conceitos para o âmbito da construção civil e, mais especificamente para os projetos de produção das vedações verticais, é possível conceituar e definir os três níveis decisórios por meio de exemplos práticos.

As decisões tomadas no nível estratégico são as mais importantes e acontecem muito antes da realização da obra, quando da formatação do empreendimento e do produto, na fase inicial de concepção como, por exemplo, a definição da espessura das paredes a serem utilizadas internamente ou externamente nos empreendimentos, porque são decisões que têm impacto direto no produto edifício.

Uma situação prática para exemplificar essa etapa de decisão é a escolha entre a utilização de alvenaria ou gesso acartonado. Esse tipo de decisão pode ser classificado como de nível estratégico, bem como a definição da espessura da parede a ser utilizada internamente e externamente no empreendimento, porque são decisões que têm impacto direto no produto final.

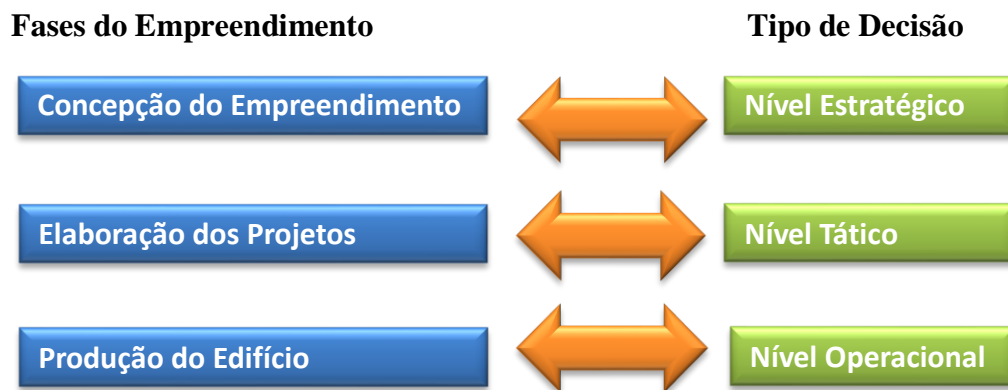
O nível tático refere-se às decisões tomadas no nível de gestão da produção e gerência de projeto.

Como por exemplo, após a definição da espessura da parede e do tipo de fechamento a ser utilizado, pode ser decidido qual será o tipo de componente utilizado na obra, como por exemplo, bloco cerâmico ou concreto, ou ainda a escolha de fazer o contra piso antes ou depois da execução da alvenaria. Esse tipo de decisão pode ter ganhos consideráveis, mas que, de certa forma, pode alterar o processo de como fazer a alvenaria, tornando-se uma decisão de nível tático que precisa ser tomada na hora certa dentro de um conjunto de decisões existentes.

O nível operacional contém as decisões que podem ser tomadas em obra, que não geram impacto expressivo no processo de planejamento da produção, como, por exemplo, a escolha entre assentar o bloco utilizando a palheta ou a bisnaga. Esse tipo de decisão pode ser tomada no nível operacional porque não interfere no processo como um todo.

A figura 6 relaciona os níveis de decisão de acordo com as etapas de planejamento da produção.

Figura 6 – Níveis de decisão de acordo com as etapas de planejamento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O ideal é que todas as decisões sejam tomadas antes do início da execução, principalmente as relativas aos níveis estratégico e tático. Como bem afirma Sabbatini (2013),¹² “para se obter a máxima eficiência é preciso tomar a maior parte das decisões no nível estratégico, na fase de concepção do empreendimento e elaboração dos projetos”. Sabbatini (2013).

¹² Material Fornecido pelo Professor Dr. Fernando Henrique Sabbatini em entrevista realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 10 de Julho de 2013.

4- A INFLUÊNCIA DO GRAU DE EVOLUÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS NO PROCESSO DE PROJETO

4.1 CONTRATAÇÃO DOS PROJETOS DE ALVENARIA

A adoção dos projetos de alvenaria racionalizada para vedação vertical tem sido crescente por parte das empresas construtoras, tendo em vista as exigências do mercado e dos clientes em relação à qualidade dos serviços e produtos no que diz respeito ao desempenho do subsistema.

Segundo Silva (2003), de acordo com o tipo de contratação dos projetos, podem ocorrer duas condições distintas, que, por sua vez, podem resultar em projetos com conteúdos diferenciados com maior ou menor potencial de regulação e de racionalização sobre o processo de produção das vedações e do produto final.

A primeira condição ocorre quando a contratação do projeto de vedações se dá ainda na fase de anteprojeto, quando existe a possibilidade de compatibilização do projeto de alvenaria, com as demais disciplinas de projeto. A segunda, quando o desenvolvimento do projeto de alvenaria dá-se numa fase posterior à elaboração dos demais projetos do edifício, ou seja, após o desenvolvimento dos projetos executivos (SILVA, 2003).

Há diferença entre esses dois tipos de contratação para o resultado do projeto de alvenaria. Quando os projetos são pensados e desenvolvidos na fase inicial do processo, é possível que os projetistas possam interferir de maneira mais positiva na elaboração dos projetos no que diz respeito às tomadas de decisão nos níveis estratégicos e táticos, com uma visão mais abrangente e sistêmica, eliminando a maior parte das tomadas de decisões no nível operacional.

A segunda situação, como os projetos já foram desenvolvidos e pensados, fica limitado o poder de interferência por parte do projetista da alvenaria, diminuindo e limitando muito, o potencial de racionalização do projeto e da produção do edifício. Quando ocorrer essa situação, os princípios estabelecidos para o desenvolvimento do projeto de alvenaria poderão ser adaptados, buscando-se o máximo grau de racionalização, dentro das restrições impostas pelos demais projetos, já finalizados (SILVA, 2003).

Aquino (2004), com uma visão mais focada em produção, descreve que também existem dois tipos predominantes de contratação para os projetos de alvenaria de vedações,

podendo interferir também no potencial de regulação e de racionalização sobre o processo de produção das vedações e do produto final, são eles:

- construtora contrata um único projetista especializado em PPAV¹³, e utiliza mão de obra própria ou de terceiros para a execução das alvenarias;
- construtora contrata diversos projetistas especializados em PPAV, sendo um por empreendimento e utiliza de mão de obra de subempreiteiro para a execução dos serviços de alvenaria.

Tanto a forma de contratação dos projetistas, como a relação da implantação do projeto na produção e execução do edifício, relacionadas à mão de obra, são caracterizadas por não seguirem um padrão pré-determinado, trazendo à tona, diferenças existentes no mercado da construção civil entre todos os agentes envolvidos no processo de produção.

Segundo Chalita (2010): “apesar dos processos construtivos adotados para execução de edifícios residenciais multipavimentos se repetirem em grande parte das empresas construtoras, não há uniformização de técnicas, de métodos executivos e de diretrizes de projeto, o que faz com que a empresa especializada em projetos para produção tenha que elaborar um projeto com características diferentes para cada empresa construtora”. A mesma autora faz uma observação que: “ao desenvolver um projeto para produção para uma empresa construtora que tem seu processo construtivo consolidado, o projetista especializado se baseia nas informações sobre esse processo para elaborar o projeto. Por outro lado, quando contratado por empresa construtora, que não conhece com profundidade o subsistema vedações verticais, o projetista especializado é quem define as diretrizes a serem adotadas para o desenvolvimento dos projetos” (CHALITA, 2010).

Quando o projeto de alvenaria está sendo implantado na empresa, deve-se levar em consideração a estrutura organizacional e o nível de planejamento que a empresa se enquadra. Tudo deve ser compatível para que a implantação do projeto possa dar certo.

Por exemplo, se todas as decisões de projeto forem tomadas logo no início do processo, nos níveis estratégicos e algumas nos níveis táticos, não deixando nada para decidir nos níveis operacionais quando a obra já está em andamento, isso caracteriza uma gestão industrial com um nível avançado de planejamento. Isso só ocorre quando o a empresa se encontra em elevado nível evolutivo.

¹³ Entende-se por PPAV – Projeto de Produção em Alvenaria de Vedações.

Neste estudo não será proposta a padronização dos projetos das vedações verticais, mais sim a adaptação das diretrizes de projeto, de acordo com o grau evolutivo que cada empresa construtora se encontra dentro do seu processo de produção.

Partindo do princípio de que cada obra tem a sua característica arquitetônica particular, cada projetista a sua forma de trabalhar na elaboração dos projetos e cada construtora o seu método executivo racionalizado, ou tradicional para produzir um edifício, poderá haver dificuldades em se utilizar um modelo padrão único de diretrizes para o projeto de produção das alvenarias de vedações, bem como a sua implantação no processo de produção das empresas de acordo com o grau evolutivo que cada uma se encontra.

Para isso, o modelo padrão de diretrizes que será proposto no próximo capítulo, poderá sofrer algumas adaptações para se ajustar a cada caso específico, de acordo com a necessidade de cada empresa que está contratando os serviços do projetista.


Por existirem diferentes tipos de empresas construtoras que atuam no mercado da construção civil, neste estudo de monografia será proposta uma divisão das empresas, com a finalidade de classificar o grau evolutivo que cada uma delas se encontra, em relação ao uso e implantação do PPAV, formando, assim, conjuntos de empresas com o mesmo patamar evolutivo de racionalização dentro do processo de produção, como será abordado a seguir.

4.2 ESTUDO DE CASO

Os dados referentes a esta pesquisa foram coletados por meio de entrevista semiestruturada em forma de questionário, elaborado pelo autor e endereçado a profissionais como coordenadores e gerentes de projetos de três empresas construtoras, a fim de levantar e obter informações concretas em relação à implantação do projeto de produção das alvenarias de vedações dentro do sistema de produção de cada construtora.

A figura 7 apresenta um exemplo do questionário modelo utilizado.

Figura 7 – Questionário referente à implantação do projeto de produção de alvenaria de vedações dentro do sistema de produção da empresa construtora.



Questionário referente à implantação do projeto de produção de alvenaria de vedações dentro do processo de produção da empresa construtora.

1. O que levou a empresa a adotar o uso de projeto de produção?
2. Como foi a implantação do projeto de alvenaria de vedações, dentro do processo de produção da empresa?
3. Houve algum tipo de treinamento da equipe, tanto no escritório como na produção em obra em relação ao entendimento e uso do projeto?
4. Estão conseguindo utilizar todo o projeto?
5. Já obteve ganhos de qualquer tipo em relação ao uso do projeto?

Fonte: Elaborada pelo autor.

Também foram incorporadas informações a partir da experiência profissional do autor, arquiteto, que possui um escritório de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados) focado especificamente na elaboração de projetos para produção de alvenaria de vedações, cuja carteira de clientes tem os mais diferentes e variados tipos de empresas construtoras e incorporadoras.

A divisão em três grandes grupos de empresas proposta neste trabalho serviu para classificar o grau evolutivo que as empresas se encontram, em relação ao uso e implantação do PPAV.

Essa divisão foi feita da seguinte forma: Conjuntos de empresas de número (01), (02) e (03).

Para os empreendimentos realizados pelos três conjuntos de empresas, foram adotadas as mesmas características arquitetônicas e estruturais, sendo que para a composição estrutural utilizou-se como referência a estrutura reticulada de concreto armado (ERCA), por ser um

sistema muito empregado por grande parte das construtoras que atuam no mercado brasileiro. Como vedado foram definidas paredes internas e externas de alvenaria de vedação com o uso de blocos de concreto ou de cerâmica.

Dentro de cada um desses conjuntos (01, 02 e 03) caracterizados, foi possível escolher uma empresa construtora, com o intuito de ilustrar o trabalho e descrever como foi o processo de implantação de projeto de alvenaria de vedação dentro do sistema de produção da empresa escolhida para cada um dos três conjuntos. Essas empresas construtoras escolhidas (A, B e C) receberam uma classificação quanto ao grau evolutivo de acordo com a implantação do projeto de alvenaria, que as posicionou em três níveis denominados como:

- Nível Superior, para empresas que já incorporaram o projeto no seu sistema de produção;
- Nível Intermediário, para empresas que utilizam o projeto para produção, mas que ainda não absorvem totalmente os ganhos fornecidos pelo mesmo;
- Nível Baixo Padrão, para empresas que ainda estão implantando o projeto no seu sistema de produção;

Então, para representar o conjunto de empresas de número (01), tem-se a empresa designada por empresa (A), para o conjunto de número (02), a empresa (B) e, finalizando com o conjunto de número (03), a empresa (C).

A tabela 9 apresenta a classificação das empresas, de acordo com o grau evolutivo, isto é, em que posição cada uma delas se encontra de acordo com o uso e implantação do projeto de alvenaria, como descrito anteriormente.

Tabela 1 – Classificação das empresas de acordo com o grau evolutivo.

Conjunto de empresas segundo o seu grau evolutivo de implementação do projeto	Grau evolutivo para o uso de projeto de alvenaria.	Empresas Escolhidas
01	Nível Elevado	A
02	Nível Intermediário	B
03	Nível Baixo	C

Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir descrevem-se as características de cada um dos conjuntos das empresas (1, 2 e 3) que, apesar de possuírem diferentes graus evolutivos em relação ao uso do (PPAV), são todas construtoras que atuam no mercado imobiliário na construção de edifícios multipavimentos residenciais e comerciais, para clientes privados.

O conjunto de empresas (01) reúne aquelas que possuem processo construtivo consolidado na produção de edifícios, com elevado grau de racionalização da produção em relação à execução das alvenarias de vedação, estrutura organizacional bem definida para o desenvolvimento das tarefas e tomadas de decisões nas fases de projeto, elevado nível no planejamento e gestão da produção, procedimentos executivos bem elaborados, sistema de gestão da qualidade implantado e, principalmente, que já utilizam os projetos de produção em alvenaria de vedações com parâmetros de tolerância pré-estabelecidos no escopo de seus serviços e contratações. Essas empresas possuem um departamento interno específico, responsável pela análise e compatibilização dos projetos, gerando assim uma interface muito importante entre a obra e os projetistas.

Fazem parte do conjunto de empresas de número (02) as construtoras que possuem processo construtivo avançado, mas não tão consolidado quanto às primeiras empresas.

Não possuem departamento interno específico de coordenação e compatibilização de projetos, mas contratam escritórios externos de coordenação para todos os empreendimentos que são realizados. Esses escritórios são também responsáveis pela intermediação do fluxo de informações entre a equipe de obra e os projetistas.

Do conjunto de empresas de número (03), fazem parte empresas construtoras que não possuem um processo construtivo consolidado para o uso de PPAV, mas estão em fase de implantação desse projeto no seu sistema de produção.

Essas empresas também não possuem departamento interno específico para verificação de projetos e não contratam escritórios externos de coordenação para desenvolver o papel de organização e gestão da produção. O que ocorre, é um acúmulo de funções para os gerentes de projetos dessas empresas que ficam com o papel de gerenciar todo o processo de projeto, tanto nas fases iniciais dos empreendimentos, como na fase de produção dos edifícios.

Esse acúmulo de funções pode não caracterizar um bom processo de gestão para a organização da produção, podendo ficar suscetíveis a erros em relação à tomadas de decisões nas fases de projeto.

A seguir será feita a descrição das empresas escolhidas (A, B e C) dentro de cada um dos conjuntos apresentados (1, 2 e 3) de uma forma mais detalhada.

4.2.1 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (A)

A empresa (A), classificada como sendo do conjunto de empresas (01) é considerada uma das maiores empresas de construção do mercado imobiliário brasileiro na incorporação de empreendimentos residenciais e comerciais. Atua há mais de 50 anos neste seguimento. Com o passar dos anos, conseguiu, por meio de estudos e investimento em tecnologia e qualidade, estabelecer um processo construtivo consolidado, com elevado grau de racionalização da produção de seus edifícios. Tem estrutura organizacional bem definida, com alto nível de planejamento e gestão da qualidade para o processo de produção de seus edifícios.

A L&B trabalha em sistema de parceria com a empresa (A) desde 2003, desenvolvendo e elaborando os projetos de alvenaria de vedação. Essa parceria de muitos anos trouxe bons resultados para a produção em relação à leitura e interpretação do projeto, favorecendo a execução da obra propriamente dita.

Um ponto que também pode ser levado em consideração na parceria existente entre a construtora e o escritório de projetos é que apesar do projeto de alvenaria ter o mesmo fundamento para a grande maioria dos escritórios que o fazem, a mudança de projetista de um empreendimento para outro pode dificultar a leitura e o entendimento do projeto por parte da equipe de produção, devido à falta de padronização dos projetos. É possível dizer que dentro de um mesmo propósito, cada projetista desenvolve o projeto da sua própria maneira, utilizando detalhes gráficos e construtivos de acordo com a sua forma de ver e analisar o empreendimento.

Com a boa estrutura organizacional criada pela empresa (A) ao longo de muitos anos, desenvolvendo estudos e aprimorando as técnicas construtivas em relação à alvenaria, foi possível implantar um departamento específico para cuidar somente dos projetos em todas as fases do empreendimento, desde a concepção do produto, até a fase de produção do edifício.

O departamento de projetos da empresa (A) atua na coordenação, análise e compatibilização dos projetos, fazendo a interface das informações entre a obra e os projetistas.

Esse departamento é organizado com focos para modalidades de projeto:

- Prefeitura;
- Executivo;
- Produção.

A “prefeitura” é o departamento responsável por cuidar de assuntos relacionados ao desenvolvimento e aprovação do projeto legal. O “executivo”, pelo andamento e desenvolvimento dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações na fase executiva do processo. A “produção” é o departamento que se responsabiliza pelos projetos que detêm informações mais detalhadas e necessárias para a produção propriamente dita do edifício, como, fôrmas de madeira, alvenaria de vedações, contra piso, revestimento de fachada etc.

Em relação à implantação do projeto de alvenaria de vedações na empresa (A), que já possui a cultura do uso desse tipo de tecnologia incorporada e adquirida ao longo de muitos anos de estudo e investimentos empregados nos processos de produção, é possível dizer que o grande diferencial praticado pela empresa não se define somente ao uso do escopo tradicional utilizado por muitas construtoras para o projeto de alvenaria e sim uma segunda parte complementar do projeto voltada totalmente para a produção, com informações que incorporam produtividade de mão de obra, logística do canteiro, estocagem, distribuição, transporte de materiais e equipamentos, dentro de uma sequência executiva.

A empresa L&B, em conjunto com a construtora, com o departamento de projetos e com a obra elabora um projeto que contempla os itens destacados anteriormente, voltados para a produção, aqui detalhados.

- Transporte vertical e horizontal;
- Armazenagem de blocos;
- Centrais de produção de blocos elétricos e peças pré moldadas;
- Estoque de peças produzidas;
- Locação de equipamentos e pallets nos andares;
- Quantitativo de blocos elétricos;
- Distribuição da produção de acordo com a produtividade homem/hora por m².
- Planta de Marcação da 1ª Fiada;
- Planta de 2ª Fiada com detalhes construtivos;
- Planta de Furações Hidráulicas;
- Planta de caminhamento de tubulações elétricas;
- Caderno inicial com procedimentos executivos e detalhes genéricos;
- Caderno contemplando as elevações;
- Quantitativo de blocos.

As figuras 8 a 19 apresentam exemplos de projetos que contemplam itens destacados anteriormente, voltados para a produção.

Figura 8 – Transporte vertical e horizontal de blocos cerâmicos.

INFORMAÇÕES DE BLOCOS PARA TRANSPORTE E ARMAZENAGEM - CERÂMICO PORTO VELHO										
19 cm	BLOCO INTEIRO 14 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 TEM 2 BLOCOS POR FLADA	BLOCO 27cm 28 BLOCOS/PALLET PALLET 50X50 TEM 4 BLOCOS POR FLADA TODOS OS BLOCOS SÃO DETACHADOS	MEIO BLOCO 28 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 TEM 4 BLOCOS POR FLADA TODOS OS BLOCOS SÃO DETACHADOS	BLOCO COMPENSADOR 4cm 14 BLOCOS/PALLET 84 COMP/PALLET PALLET 40X40 OS BLOCOS SÃO EM PE E CADA FLADA TEM 2 BLOCOS	BLOCO COMPENSADOR 5cm 18 BLOCOS/PALLET 72 COMP/PALLET PALLET 40X40 3 BLOCOS NA 1 FLADA 4 COMPENSADORES POR BLOCO	BLOCO COMPENSADOR 4cm 18 BLOCOS/PALLET 72 COMP/PALLET PALLET 40X40 2 BLOCOS POR FLADA 8 COMPENSADORES POR BLOCO 1 EM PE 6 DETACHAS	BLOCO COMPENSADOR 4cm 28 BLOCOS/PALLET 168 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 6 COMPENSADORES POR BLOCO			
14 cm	BLOCO INTEIRO 20 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 2 BLOCOS POR FLADA TODOS DETACHADOS	BLOCO 27cm 40 BLOCOS/PALLET PALLET 50X50 4 BLOCOS POR FLADA TODOS DETACHADOS	MEIO BLOCO 36 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 4 BLOCOS POR FLADA 1 EM PE E 8 DETACHAS	BLOCO COMPENSADOR 5cm 18 BLOCOS/PALLET 72 COMP/PALLET PALLET 40X40 3 BLOCOS NA 1 FLADA 4 COMPENSADORES POR BLOCO	BLOCO COMPENSADOR 5cm 28 BLOCOS/PALLET 112 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 4 COMPENSADORES POR BLOCO	BLOCO COMPENSADOR 4cm 28 BLOCOS/PALLET 168 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 6 COMPENSADORES POR BLOCO				
09 cm	BLOCO INTEIRO 28 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS	BLOCO 27cm 36 BLOCOS/PALLET PALLET 50X50 4 BLOCOS POR FLADA TODOS DETACHADOS	MEIO BLOCO 28 BLOCOS/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS CADA BLOCO TEM 2 MEIO BLOCOS	BLOCO COMPENSADOR 4cm 28 BLOCOS/PALLET 112 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 4 COMPENSADORES POR BLOCO	BLOCO COMPENSADOR 4cm 28 BLOCOS/PALLET 168 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 6 COMPENSADORES POR BLOCO	BLOCO COMPENSADOR 4cm 28 BLOCOS/PALLET 168 COMP/PALLET PALLET 40X40 1 EM PE = 4 BLOCOS 12 DETACHAS = 2 BLOCOS 6 COMPENSADORES POR BLOCO				

CERÂMICO

Revisão: _____

Local: _____

Projeto: _____

Arquiteto: _____

Engenheiro: _____

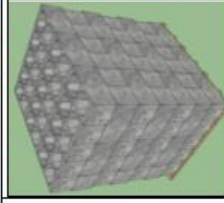
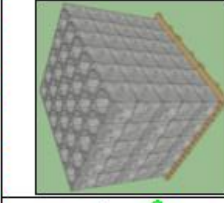
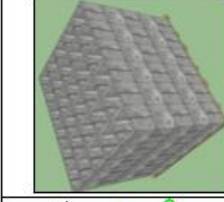
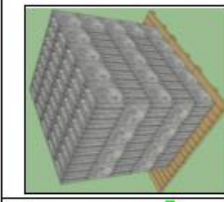
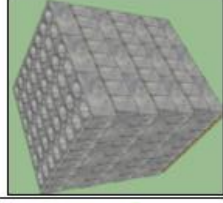
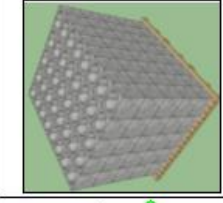
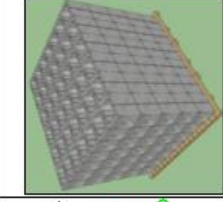
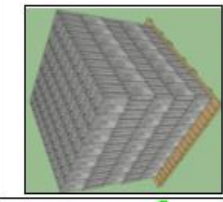
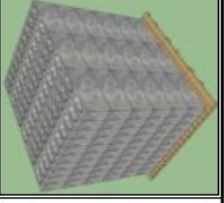
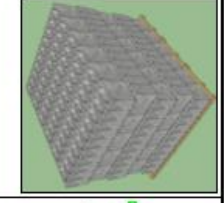
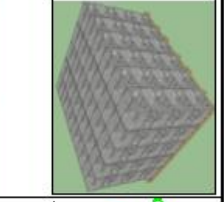
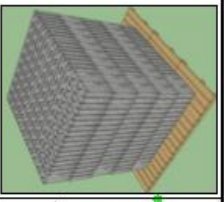
Desenhista: _____

Assistente: _____

001

Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.


Figura 9 – Transporte vertical e horizontal de blocos de concreto.

INFORMAÇÕES DE BLOCOS PARA TRANSPORTE E ARMAZENAGEM - CONCRETO MULTIBLOCOS							
	BLOCO INTIRO 108 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		MEDO BLOCO 216 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 8cm 306 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 4cm 438 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100
	BLOCO INTIRO 144 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		MEDO BLOCO 288 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 8cm 384 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 4cm 516 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100
	BLOCO INTIRO 180 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		MEDO BLOCO 360 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 8cm 480 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100		BLOCO COMPENSADOR 4cm 648 BLOCOS/ PALLET PALLET 120x100

CONCRETO

Nome: _____

Telefone: _____



 Leonardi e Bayerlein Arquitetos
 Rua ... 200 ...
 CEP: 11.940-100
 ...

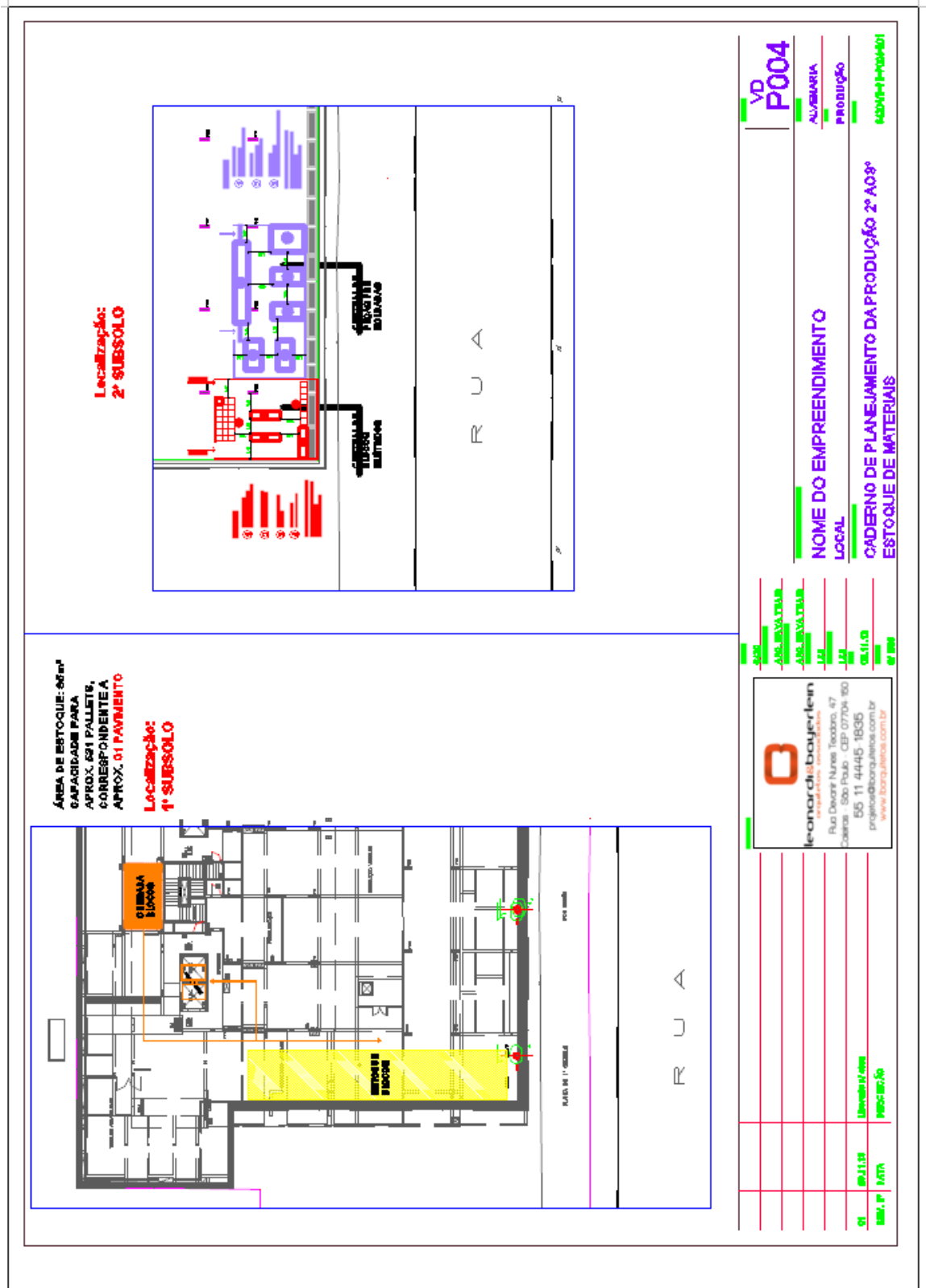
CADERNO DE PLANEJAMENTO
 Transporte Concreto
 005

nome do empreendimento: ...
 data: ...
 escala: ...
 autor: ...

REVISÃO
 de: ...
 por: ...
 em: ...

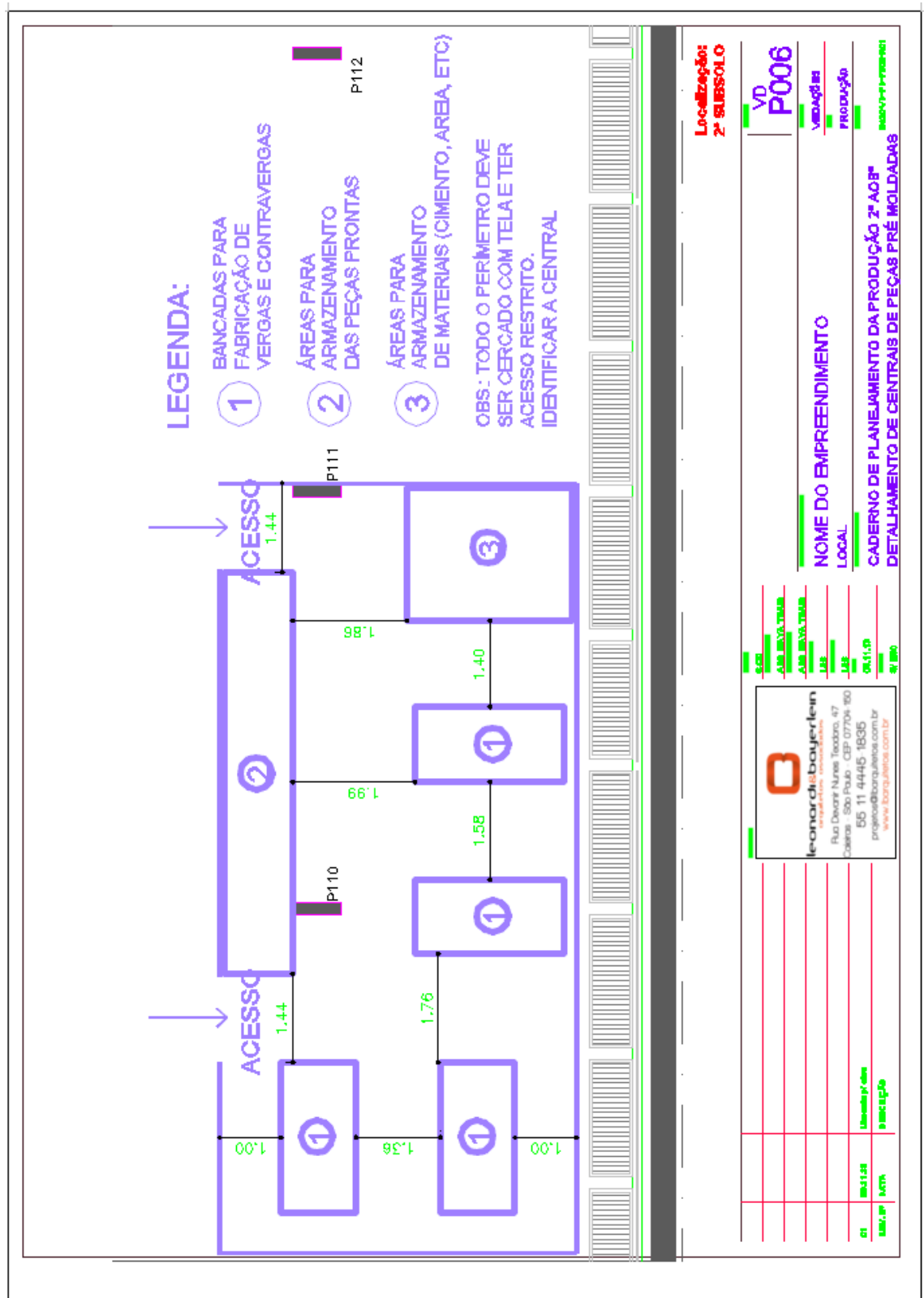
Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.

Figura 10 – Planta de locação de estoque de materiais.



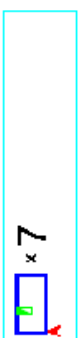
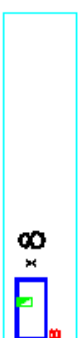

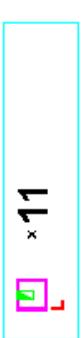

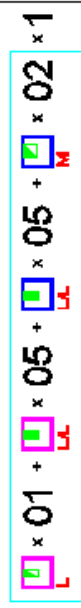
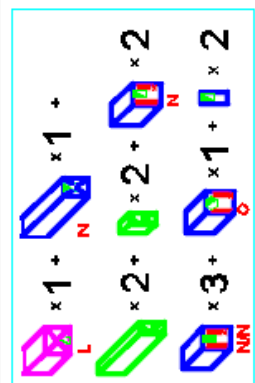

Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.

Figura 11 – Planta de locação de produção das centrais de peças pré- moldadas.



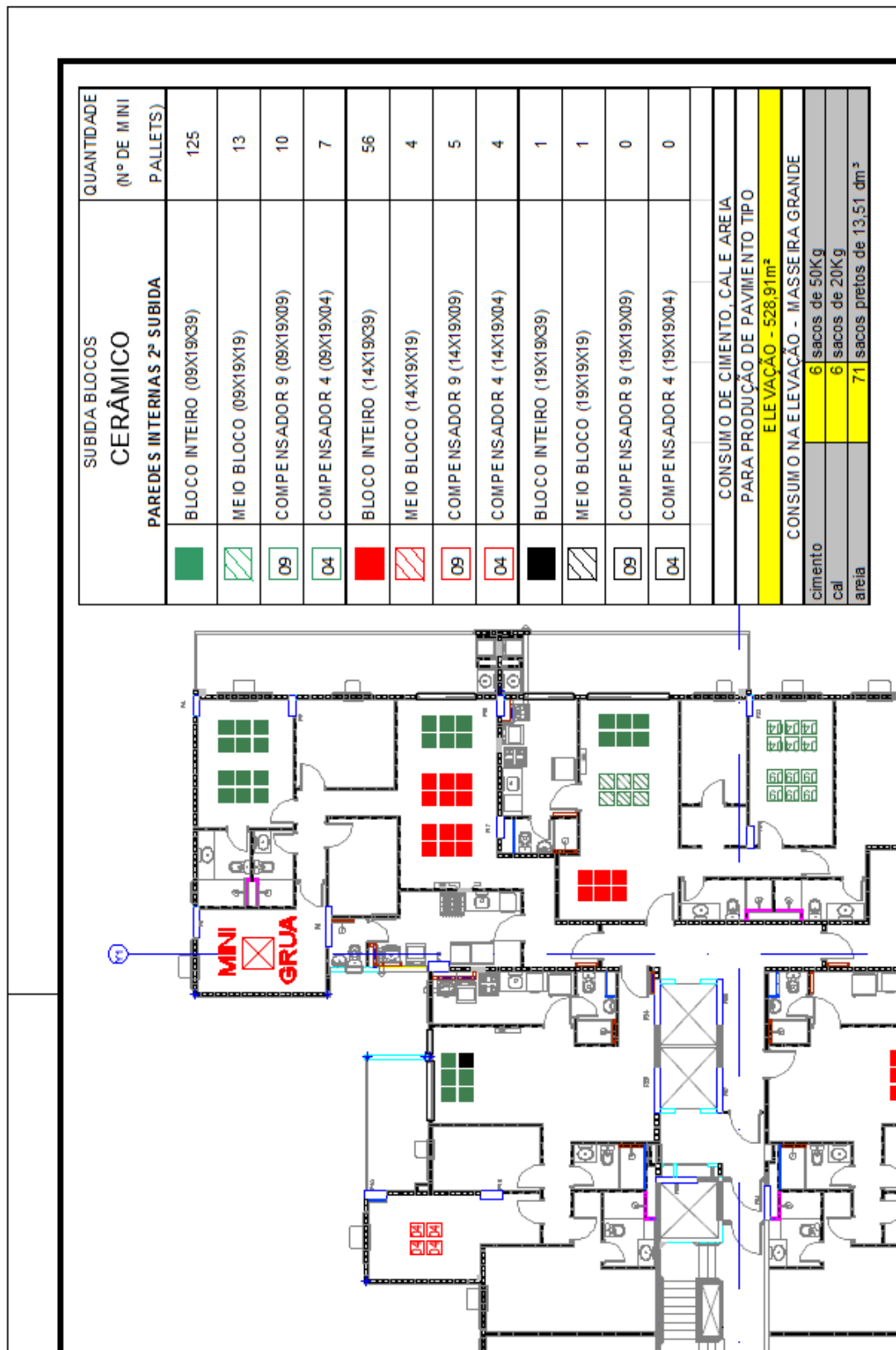
Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.

Figura 13 – Detalhamento dos blocos elétricos.

PALLETIZAÇÃO DOS BLOCOS ELÉTRICOS			ATENÇÃO: ESTA FOLHA DEVE SER FIXADA EM LOCAL VISÍVEL DA CENTRAL		
<p>PALLET #1: QUANTIDADE DE PALLETES: 2 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 7 TIPO: BLOCOS INTEROS 14 A</p>  <p>7×2</p>	<p>PALLET #10: QUANTIDADE DE PALLETES: 2 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 8 TIPO: BLOCOS INTEROS 14 B</p>  <p>8×2</p>	<p>PALLET #11: QUANTIDADE DE PALLETES: 1 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 4 TIPO: BLOCOS INTEROS 14 C (5 unidades) BLOCOS INTEROS 14 J (2 unidades) BLOCOS INTEROS 14 L (1 unidade) BLOCOS INTEROS 14 A (1 unidade)</p>  <p>$5 \times 2 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1$</p>			
<p>PALLET #2: QUANTIDADE DE PALLETES: 3 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 11 TIPO: BLOCO 18 L</p>  <p>11×3</p>	<p>PALLET #3: QUANTIDADE DE PALLETES: 1 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 16 TIPO: BLOCO 14 L</p>  <p>16×1</p>	<p>PALLET #4: QUANTIDADE DE PALLETES: 1 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 48 TIPO: BLOCO 19 L (1 unidade) BLOCO 18 LL (5 unidades) BLOCO 14 LL (5 unidades) BLOCO 14 M (2 unidades)</p>  <p>$1 \times 01 + 5 \times 05 + 5 \times 05 + 2 \times 02 \times 1$</p>			
<p>PALLET #5: QUANTIDADE DE PALLETES: 1 QUANTIDADE DE BLOCOS NO PALLET: 14 TIPO: BLOCO 18 L (1 unidade) BLOCO INTERO 14 N (1 unidade) BLOCO INTERO 08 sem gabinete (2 unidades) BLOCO COMPENSADOR DE 9cm sem gabinete (2 unidades) BLOCO 14 N (2 unidades) BLOCO 14 NN (3 unidades) BLOCO 14 O (1 unidade) BLOCO COMPENSADOR DE 9cm sem gabinete (2 unidades)</p> 					
 <p>Leonardie Bayerlein Arquitetos Associados</p> <p>Rua Doutor Nunes Teodoro, 47 Canela - São Paulo - CEP: 07704-600 projeto@leonardie.com.br www.leonardie.com.br</p>			<p>NOME DO EMPREENDIMENTO LOCAL</p> <p>CADERNO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO 2ª A08º PALLETIZAÇÃO DE BLOCOS ELÉTRICOS</p>		
<p>01 05.11.19 08:05:47 REV: 01</p>	<p>01 05.11.19 08:05:47</p>	<p>01 05.11.19 08:05:47</p>	<p>01 05.11.19 08:05:47</p>	<p>01 05.11.19 08:05:47</p>	<p>01 05.11.19 08:05:47</p>

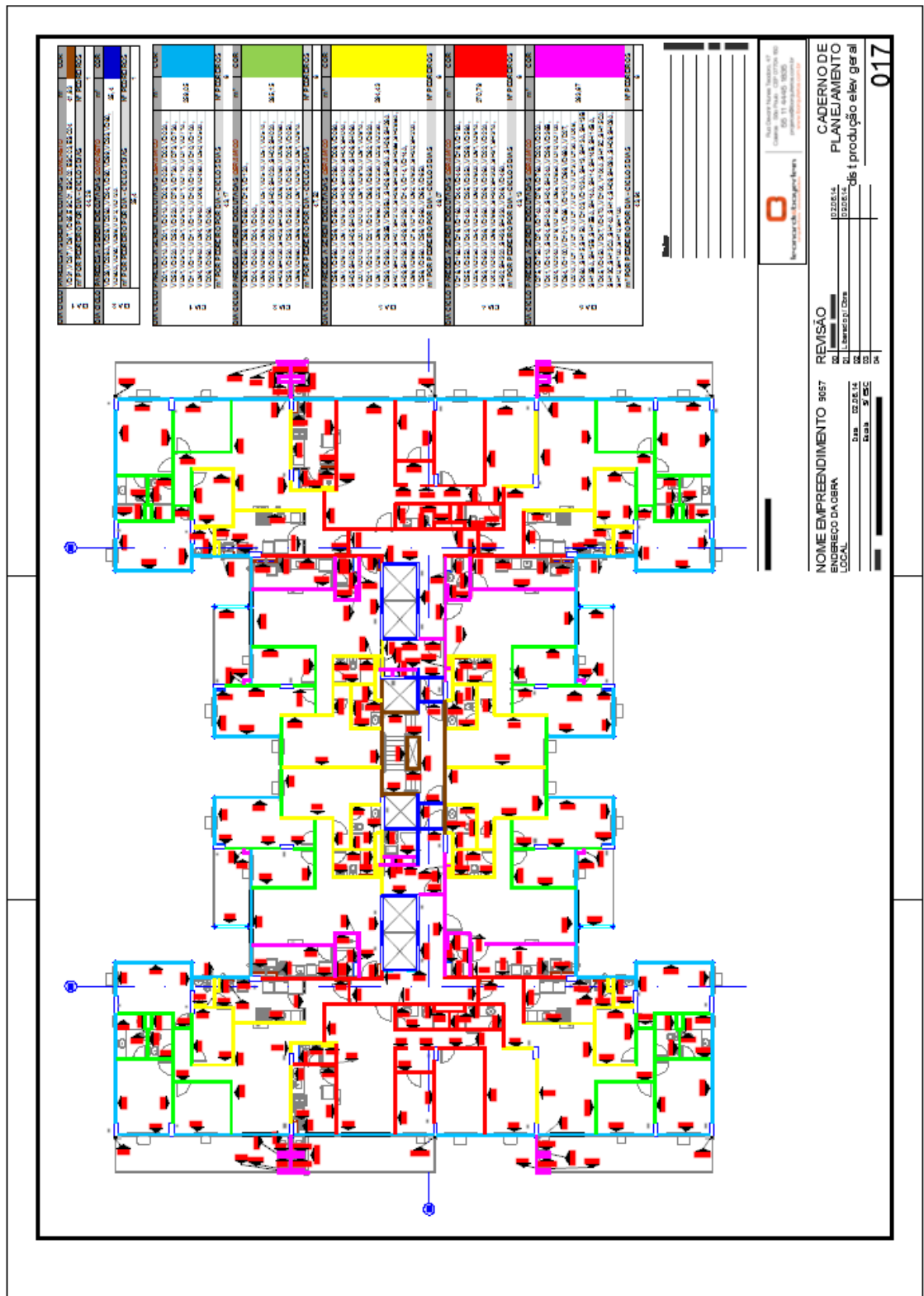
Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardie e Bayerlein Arquitetos Associados.

Figura 16 – Locação de equipamentos e pallets nos andares– Detalhe.



Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.

Figura 18 – Produtividade da mão de obra no pavimento.



Fonte: Imagem cedida pela empresa de projetos - Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados.

Para a empresa A, o uso do PPAV vem há anos mostrando ganhos consideráveis, não só para o subsistema vedações verticais, no qual a alvenaria está diretamente inserida, mas para o edifício como um todo, considerando-se os demais subsistemas que têm interface com as alvenarias e que representam funções fundamentais para a racionalização do processo de produção do edifício.

Para a mão de obra empregada, o uso do PPAV tornou-se essencial na execução dos serviços, resultando em produtividade estimada de 30 a 35 m² de alvenaria executada por dia de pedreiro na região da cidade de São Paulo. Para a mesma construtora, em outras regiões do Brasil, esses números podem variar entre 12 e 15 m² de alvenaria executada por dia de pedreiro, segundo o gerente de projetos da construtora A.

A diferença existente entre a produtividade das obras de São Paulo e de outras regiões do país pode ser atribuída, em partes, à falta de treinamento da equipe de produção em relação ao uso do PPAV, bem como, à inexistência de responsáveis para cuidar da gestão do processo de projeto desde a fase inicial do empreendimento. A inexistência de um responsável, de uma equipe, ou de um departamento específico de projeto que coordena as diferentes fases de projeto e a falta de treinamento das equipes acabam limitando o fluxo de informações entre os projetistas e a obra, caracterizando assim uma gestão ineficiente para a racionalização do processo de produção.

4.2.2 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (B)

A empresa (B), que faz parte do conjunto de empresas tipo (2), é também uma empresa de engenharia, que atua desde 1986 no mercado imobiliário, construindo edifícios multipavimentos residenciais e comerciais, ainda mantendo o mesmo quadro societário desde sua fundação. Utiliza como sistema estrutural e fechamento externo os mesmos citados para a empresa A. Entretanto, diferencia-se dessa, no fechamento interno, pois na maioria dos casos utiliza paredes divisórias em gesso acartonado - Drywall.

A empresa de projetos L&B trabalha com a empresa (B) desde 2011, desenvolvendo projetos para produção das alvenarias externas de vedações e paredes divisórias internas em gesso acartonado (Drywall). Essa empresa contrata, para todos os empreendimentos, um escritório externo de coordenação, responsável por organizar e gerenciar todo o processo de desenvolvimento dos projetos até a fase de produção, criando uma interface da obra com todos os projetistas. A empresa (B) utiliza mão de obra própria para a execução de seus

edifícios. A gestão e logística da produção são feitas diretamente pelo coordenador de obras; por isso, não faz parte do escopo do PPAV.

O escopo do projeto de alvenaria utilizado segue o mesmo padrão usual de mercado, sem contemplar informações mais precisas em relação à produção, ou seja:

- Planta de marcação da 1ª fiada;
- Planta de 2ª fiada com detalhes construtivos;
- Planta de furações hidráulicas;
- Planta de caminhamento de tubulações elétricas;
- Caderno inicial com procedimentos executivos e detalhes genéricos;
- Caderno contemplando as elevações;
- Quantitativo de blocos.

Mesmo utilizando somente o escopo tradicional de projeto, a empresa B não possui um documento específico com padrão construtivo definido que possa ser utilizado como referência para todas as obras, como um caderno de diretrizes iniciais com detalhes e parâmetros executivos. Fica ao encargo do projetista a definição e formulação desses conceitos iniciais de projeto.

As informações necessárias ao projeto são obtidas pelo projetista por meio de um questionamento realizado para o departamento de engenharia da construtora sobre as práticas mais usuais utilizadas pela empresa nas últimas obras executadas. Com as informações fornecidas pelo coordenador de obras, o projetista estipula os parâmetros e cria as diretrizes de projeto que serão utilizadas nos empreendimentos. Essas diretrizes podem variar para cada obra da construtora.

Essas decisões de projeto são tomadas após a fase inicial de concepção do empreendimento, em uma fase mais avançada de projeto, o que acaba limitando as tomadas de decisões nos níveis estratégicos, em que há maior facilidade de resolver futuros problemas que venham a ocorrer no nível operacional, quando a obra já está em fase de execução.

A maioria dos escritórios externos contratados coordena o processo de projeto organizando datas, cronogramas e entregas de materiais gráficos. Entretanto, não fazem a parte de compatibilização entre todos os projetos que compõem o edifício. Essa função de verificação e compatibilização dos projetos em relação à alvenaria acaba ficando ao encargo do projetista de alvenaria.

Hoje, em algumas construtoras, essa função tem sido passada para o arquiteto que, diretamente, fica responsável pelo projeto e sua compatibilização.

Nessa empresa, a implantação do projeto acabou refletindo mais diretamente na equipe de engenharia da obra, uma vez que a existência do projeto beneficiou o processo de produção.

As decisões que contemplam a fase de execução da obra são tomadas no nível operacional, quando a obra já está em processo de execução do edifício, limitando assim, o processo de produção como um todo.

O escopo para o PPAV utilizado é o tradicional, isto é:

- Planta de marcação da 1ª fiada;
- Planta de 2ª fiada com detalhes construtivos;
- Planta de furações hidráulicas;
- Planta de caminhamento de tubulações elétricas;
- Caderno inicial com procedimentos executivos e detalhes genéricos;
- Caderno contemplando as elevações;
- Quantitativo de blocos;

Portando, não contempla nenhuma informação relacionada à produtividade da mão de obra, logística do canteiro, armazenamento e distribuição de materiais, dentre outros aspectos importantes.

Mesmo com o uso do PPAV em seu escopo tradicional, a empresa B vem percebendo a necessidade de explorar mais as questões ligadas à produção do edifício, uma vez que o uso do projeto mostrou ganhos consideráveis desde a sua implantação.

Há necessidade de antecipar as decisões de níveis operacionais que ocorrem em grande escala atualmente na empresa B, e concentrá-las nos níveis estratégicos e táticos, de forma a tentar incorporar maior racionalização no processo construtivo.

4.2.3 DINÂMICA DE PROJETO NA EMPRESA (C)

A empresa (C), que faz parte do conjunto de empresas (3), também construtora e incorporadora que atua no ramo da construção de edifícios multipavimentos, passou recentemente por grande mudança organizacional na sua gestão de processos, procedimentos

e padronizações, devido à implantação do projeto para produção em alvenaria de vedações, realizada em conjunto com a L&B.

Neste estudo de caso, será registrado, como foi o processo de implantação do projeto nessa empresa, que nunca tinha utilizado desta tecnologia para a execução das suas obras.

Inicialmente houve a contratação do projeto pelo gerente de projetos da construtora. Ele tomou conhecimento dessa tecnologia durante o curso de pós-graduação em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios (POS-TGP) da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (POLI-USP).

Em uma primeira reunião, foram discutidos e acordados todos os pontos do projeto, datas, prazos de entrega, bem como todo o material gráfico de escopo de serviço que seria entregue pelo projetista à construtora.

A implantação do projeto envolveu três frentes principais:

- Convencer a diretoria da empresa da necessidade de utilizar o PPVA;
- Mudar os blocos utilizados, passando da cultura do “tijolo baiano de oito furos”, para a utilização de blocos cerâmicos de qualidade;
- Treinamento e aceitação da mão de obra para o novo sistema.

Nesse contexto, o primeiro desafio foi justificar à direção da empresa, a contratação do projeto. Trata-se de uma empresa familiar, fundada em 1995, cujos sócios proprietários não fazem parte do ramo da construção civil; portanto, não possuem conhecimento sobre as decisões arquitetônicas e de engenharia. Dependem totalmente do corpo técnico da empresa para a correta orientação em relação à tomada de decisões e à adoção de estratégias profissionais de mercado.

Esse primeiro passo de substituição do processo tradicional por um processo que poderia vir a se tornar potencialmente mais racionalizado foi decisivo para que a implantação do PPAV desse certo; No entanto, logo de início, de acordo com a elaboração de um estudo inicial e comparativo, o novo sistema já apresentava um custo mais elevado do que o anterior, o que se constituía numa barreira a ser vencida.

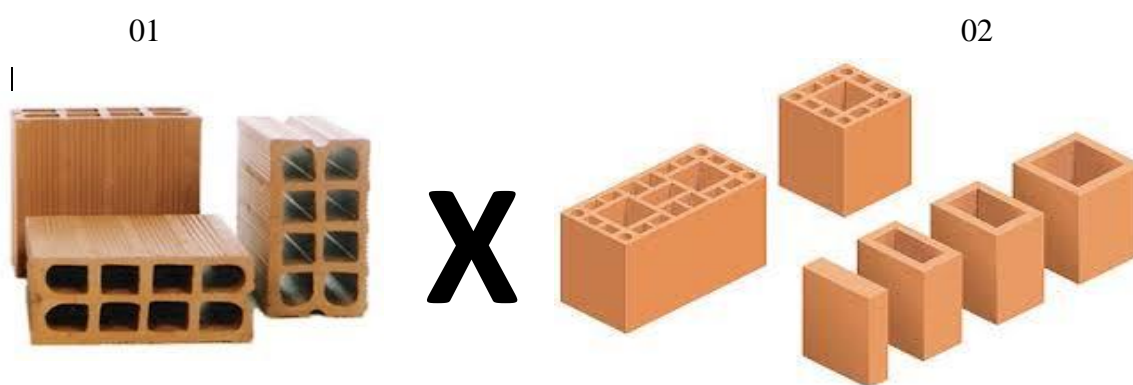
Nessa etapa do processo foram mostrados à diretoria da empresa C todos os elementos positivos e favoráveis que o PPAV poderia fornecer em relação aos ganhos de produtividade, racionalização da produção, bem como à melhoria na qualidade do produto final.

Foi enfatizado o quão difícil seria a mudança, pois iria impactar diretamente em todo o processo logístico de execução da produção. Entretanto, foi salientado também que os frutos que poderiam ser colhidos após a implantação do projeto poderiam ser de ordem de grandeza muito positiva em relação ao processo tradicional que estava sendo utilizado até então, sem contar que a empresa poderia se tornar futuramente mais competitiva no mercado.

Com o primeiro passo de convencimento concluído, tendo o apoio da diretoria que passou a acreditar na mudança prevista, foi dado início à segunda mudança importante que precisava ser adotada na empresa: mudar os blocos utilizados. Passou-se da cultura do uso do “tijolo baiano de oito furos” para a utilização de blocos cerâmicos de qualidade, normatizados, mesmo apresentando custo unitário (o bloco) mais elevado do que o antigo. Foi um trabalho grande de mudança cultural dentro da empresa que afetou não somente a diretoria, mas também a mão de obra que detinha o domínio de uma tecnologia tradicional para a execução dos serviços, enraizada e absorvida culturalmente por todos no processo construtivo da empresa C.

Desde o início, quando foi fundada, a empresa C utilizou o tijolo baiano de oito furos como fechamento das paredes dos seus edifícios e agora passaria a utilizar um bloco maior, mais pesado, com custo maior em relação ao anteriormente adotado.

Figura 20 – Imagem dos blocos cerâmicos de oito furos X Blocos cerâmicos de qualidade.



Fonte: Imagem 01 - disponível no website - <https://www.taitimaterialdeconstrucao.com.br>, Imagem 02- disponível no website – <https://www.equipededeobra.pini.com.br>.

O convencimento e a aceitação de todos os agentes envolvidos no processo vieram pela demonstração do quão melhor o novo componente poderia ser em relação a vários fatores construtivos tais como:

- maior planicidade das paredes para instalação dos acabamentos;
- aumento na produtividade para a execução da alvenaria;
- possibilidade de diminuição nos índices de ocorrências de patologias futuras no pós obra;
- diminuição na geração de entulho.

O terceiro item surgiu com o treinamento e aceitação da mão de obra dos empreiteiros.

No primeiro momento, com o pedido de mudança vindo da empresa construtora, os empreiteiros sem saber ao certo o que iria acontecer, dobraram os valores dos orçamentos de serviços em relação aos antigos orçamentos fornecidos.

Neste caso o trabalho de convencimento e treinamento foi realizado a partir da aplicação da nova tecnologia diretamente no campo, provando que a mudança poderia ser muito benéfica para ambas às partes.

O treinamento também foi uma etapa muito importante. Começou com a capacitação da equipe de engenharia dentro do escritório para proporcionar um entendimento por completo do uso e aplicação de todos os elementos do projeto para produção das alvenarias de vedação.

Em uma segunda etapa, o treinamento se estendeu para a capacitação realmente das equipes de produção. Nesse caso, a orientação primordial foi a de seguir à risca o que estava elaborado e desenhado no projeto.

Hoje a empresa (C), com a elaboração do segundo empreendimento utilizando PPAV, já consegue utilizar o projeto quase que em sua totalidade, com pequenas alterações em obra no que diz respeito à adaptação da nova forma de trabalhar e à utilização do novo sistema por parte da produção.

Segundo o gerente da construtora (C), o projeto de alvenaria não está só facilitando a produção, como por exemplo, em relação à marcação da obra de acordo com a primeira fiada, ou o correto posicionamento dos blocos e caixinhas elétricas de acordo com as elevações das paredes ilustradas nas folhas do caderno de elevações, mas está auxiliando e muito também na elaboração de um plano logístico de quantificação, distribuição, transporte horizontal e vertical e estocagem de componentes e insumos que serão utilizados e distribuídos em cada pavimento de acordo com o projeto.

Para a empresa (C), a implantação do projeto já está mostrando ganhos consideráveis em relação ao crescimento na produtividade das equipes treinadas, tendo como dados, um

apontamento na ordem de 45% para a segunda obra que está em andamento com o uso de projeto para alvenaria de vedação, bem como a considerável diminuição de entulho gerado, tanto no transporte do material como na própria aplicação, a melhora na interação entre a alvenaria e os sistemas elétricos e hidráulicos que hoje caminham pelos furos dos blocos sem quebrar a alvenaria e principalmente a mudança cultural que ocorreu dentro da empresa para a utilização de projetos de produção diminuindo a possibilidade das tomadas de decisões no momento da execução.

5- DIRETRIZES PARA OS PROJETOS DE ALVENARIA DE VEDAÇÕES

No início deste trabalho, o autor apresentou uma angústia em relação aos diferentes escopos de projeto praticados para cada empresa, dadas às suas características diferentes. Este fato, naturalmente, leva a que as diretrizes adotadas nos projetos devem ser diferentes para cada tipo de empresa. Há, porém, muitas características que são comuns a todas elas e tais parâmetros ainda não estão totalmente organizados junto aos escritórios de projeto.

Questões simples e fundamentais, que todos os projetos devem contemplar, como o tipo de bloco a ser utilizado ou o tipo de amarração das paredes - por interpenetração, ou com o uso de telas metálicas - ou se vão utilizar juntas verticais secas, ou preenchidas entre os blocos, ou ainda, se vergas e contravergas serão produzidas a partir de blocos canaletas preenchidos ou elementos pré-moldados, não são respondidas na maioria das empresas, em especial aquelas classificadas como do tipo 2 e 3. Essa situação deixa o projetista à mercê de suas próprias decisões para poder elaborar o PPAV e pode gerar problemas futuros na estreita relação da equipe de execução com o PPAV, como por exemplo em determinado momento, pode surgir um questionamento quanto à escolha de um componente para uma obra específica ou quem o escolheu, ou ainda, se quem o escolheu tinha condições para tal. Na visão do autor, a falta de padrões, procedimentos executivos, planejamento e gestão da produção são as variáveis que proporcionam esse tipo de questionamento, ainda hoje muito presente na maioria das empresas brasileiras de construção de edifícios.

As diretrizes balizadoras para o PPAV, mesmo que genéricas e não tão completas e detalhadas, como as que serão apresentadas neste capítulo, poderão servir como facilitadoras para o desenvolvimento e elaboração do mesmo, acreditando ser fundamental sua consideração na fase de concepção do empreendimento.

As diretrizes de projeto aqui apresentadas contemplam a hipótese de contratação dos projetos de alvenaria de vedações ainda na fase de concepção do edifício, uma vez que este momento é considerado ideal para que se tenham maiores benefícios relacionados à racionalização da construção e regulação do processo de produção.

Para a concretização efetiva das diretrizes de projeto aqui estabelecidas, deverá ser levado em consideração o grau evolutivo em que cada empresa construtora se encontra, dentro do seu processo de produção, desenvolvendo-se um projeto o mais próximo possível das características da empresa.

Segundo Lordsleem Junior (2001) é preciso “buscar a elaboração do projeto para a produção compatível com as características de produção da empresa que retrate as reais condições de execução”.

5.1 LEVANTAMENTO TÉCNICO DAS INFORMAÇÕES PARA O PROJETO

De acordo com os manuais de escopo de projeto, “a elaboração de um projeto é um processo complexo que envolve, além dos projetos, diversas interfaces com outras especialidades técnicas. Portanto, a contratação e coordenação racional de um projeto devem considerar a necessidade de integração das equipes, dos conhecimentos e experiências. Além disso, a dinâmica atual da indústria imobiliária tem exigido uma otimização cada vez maior dos projetos para garantir um melhor planejamento e controle das obras”.

Os primeiros projetos - Arquitetura, Estrutura e Instalações Prediais - chamados de projetos conceituais, definem como o edifício deverá ser na sua concepção inicial. Esse conjunto de projetos com os quais a construção geralmente trabalha não define como o edifício deverá ser construído. Segundo Sabbatini (1998), “os projetos conceituais estabelecem o que fazer e não como fazer”.

Melhado (2005) enfatiza que a importância do projeto de vedações se dá por “incorporar uma síntese dos principais projetos do produto, por exigir que eles sejam compatibilizados em decorrência das várias interfaces entre as vedações verticais e outros elementos, como esquadrias, revestimentos, estrutura e sistemas prediais”.

Para o desenvolvimento inicial do PPAV, ainda na fase de concepção do produto, é recomendado que o projetista de alvenaria, faça um levantamento técnico das informações contidas nos projetos conceituais, necessárias para se obter conteúdo que o auxiliará na produção do projeto para produção.

Segundo Silva (2003), esta etapa compreende o levantamento sistemático das informações técnicas que caracterizarão o produto, contidas, principalmente, nos anteprojetos arquitetônicos e complementares, mas que também podem estar presentes em outros documentos utilizados pela empresa tais como, manuais de procedimentos de execução, especificações padronizadas de componentes ou mesmo fichas de descrição do empreendimento (briefing).

Segundo Melhado (2005), uma das atividades mais significativas e representativas do projeto de vedações verticais é a análise técnica conceitual, que deve ser realizada antes do

desenvolvimento propriamente dito do projeto, para dar suporte à análise crítica dos projetos que têm interface com as vedações.

De acordo com o manual de escopo de projetos e serviços de vedações, o projetista do PPAV, nesta fase, pode analisar as informações preliminares sobre o empreendimento, de modo a orientar o empreendedor quanto às condicionantes locais que possam ter influência na concepção do produto, incluindo o posicionamento das edificações e suas características arquitetônicas como, insolação, proximidade da região costeira, grandes empenas, revestimento de fachada e outros.

Para Melhado (2005), as informações a serem coletadas nos projetos do produto para a realização da análise inicial do PPAV estão relacionadas a cada disciplina de projeto, devendo ser definidas as soluções técnicas de acordo com as definições que partem da análise estrutural e dimensional, da análise crítica dos projetos e da análise das interfaces dos demais subsistemas, como ilustra a tabela 2.

Tabela 2 – Informações a serem coletadas nos projetos do produto.

Arquitetura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação e orientação da edificação; ▪ Dimensões das paredes e dos compartimentos; ▪ Localização e dimensões dos vãos e instalações; ▪ Tipos de revestimentos; ▪ Previsão e tratamento de juntas; ▪ Detalhes arquitetônicos (soleiras, rebaixos, peitoris, guarnições, etc).
Estruturas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipos e dimensões dos elementos estruturais; ▪ Curvas de deformação.
Instalações	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posição de shafts verticais; ▪ Passagem de prumadas e de ramais de hidráulica; ▪ Passagens de quadros, de prumada e de ramais de elétrica, de telefone e de lógica; ▪ Pontos de luz, tomadas e interruptores;

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalações de incêndio, gás, telefônicas e especiais.
Outras Informações	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material de vendas (no caso de empreendimentos imobiliários); ▪ Padrões construtivos a serem adotados; equipamentos, fornecedores, materiais e mão- de- obra disponíveis.

Fonte: Melhado (2005).

De acordo com o manual de escopo de projetos e serviços de vedações, há ainda a possibilidade de identificar os requisitos funcionais das vedações verticais questionando-os quanto a:

- durabilidade: quanto tempo deverá durar;
- desempenho térmico: quão isolada termicamente a vedação deverá ser;
- desempenho acústico: quão isolada acusticamente a vedação deverá ser;
- desempenho estrutural: quais os critérios de deformabilidade, estabilidade e resistência mecânica;
- estanqueidade: quão estanque à água a vedação deverá ser;
- resistência à ação do fogo: há necessidade de tecnologias específicas quanto à proteção contra a ação do fogo;
- desempenho estético: qual o padrão estético da vedação;
- manutenção: quão fácil de manter e limpar deverá ser a vedação, (necessidade de tecnologias especiais) e
- análise das respostas e definição de critérios de desempenho para a vedação.

De acordo com o levantamento técnico das informações do empreendimento, entende-se que há a necessidade da participação do projetista do PPAV neste primeiro momento de concepção do empreendimento, de modo a ajudar e facilitar as tomadas de decisões que

tenham interface com a alvenaria, proporcionando maior equalização das informações para o processo de elaboração de projeto, que poderá refletir positivamente na fase de execução do edifício.

O ideal nesta fase é que todos os agentes envolvidos no processo como projetistas, coordenadores, construtores e incorporadores participem da integração inicial das equipes, apoiando as tomadas de decisões de projeto em nível estratégico, com o intuito de beneficiar o processo de produção do edifício.

Um adequado planejamento inicial, com a maioria das decisões de projeto analisadas e tomadas nos níveis estratégicos, desde a fase de concepção do empreendimento, pode trazer muitas vantagens e benefícios para a racionalização do processo de projeto.

5.2 ADOÇÃO DO USO DA COORDENAÇÃO MODULAR EM PROJETO

Segundo Silva (2003), “a adoção de um sistema de coordenação modular em um projeto é um instrumento que pode propiciar grande alcance nos níveis de racionalização da construção, especialmente pela redução de perdas e aumento da produtividade obtidos a partir da compatibilização dimensional de componentes construtivos, seja dentro de um mesmo subsistema ou entre componentes de subsistemas distintos”.

Melhado (2005) destaca que a coordenação modular “permite ajustar as medidas de todos os componentes da vedação e dos subsistemas a ela relacionados, a fim de potencializar a racionalização construtiva e diminuir as incompatibilidades e improvisações na fase de execução”.

Portanto, a adoção e implantação de um sistema de coordenação modular na fase de concepção de um empreendimento mostram-se imprescindíveis para que se alcance a máxima eficiência no processo de elaboração dos projetos conceituais e de produção. Assim, o projeto precisa ser concebido, desde o início, dentro da malha modular, bem como os seus componentes e elementos.

Essa definição do uso da coordenação modular em projeto resulta em duas situações distintas para a elaboração do PPAV na fase inicial do processo de projeto:

- **coordenação modular total:** quando o projeto é pensado modularmente desde a sua concepção, ou
- **coordenação modular parcial:** quando o projeto não é pensado modularmente, desde a sua concepção. Neste caso é necessário fazer uma adaptação no processo, de forma a buscar o máximo grau de racionalização dentro das restrições impostas pelos demais projetos.

Portanto, a implantação do uso da coordenação modular parcial ou total em projeto deverá ser definida na fase de concepção do empreendimento, primeiramente pelo projeto de arquitetura, ou seja, ele deverá desenvolver os estudos utilizando a malha modular.

Desta forma, pode se alcançar a máxima eficiência no processo de projeto devido à adoção de um sistema de coordenação modular - implantado na fase inicial do processo - que será utilizado como base conceitual para os demais projetos que serão desenvolvidos.

O autor tem experiência projetual em trabalhar com empresas distintas, isto é, aquelas que fornecem projetos desenvolvidos desde o início utilizando a malha modular e também com aquelas cujos projetos não foram pensados modularmente. **A diferença observada no dia a dia entre as duas situações colocadas é muito grande em relação à facilidade de desenvolvimento do PPAV.**

Quando o projeto conceitual é elaborado dentro da malha modular, possibilita maior precisão na distribuição da modulação dos blocos, diminuindo o uso de compensadores para ajuste das paredes, otimiza os custos e prazos na fase de execução, dentre outras inúmeras facilidades que o sistema pode proporcionar.

Ao se estabelecer um sistema de coordenação que conjugue as características dimensionais dos materiais e componentes constituintes do sistema e o processo de produção, pode-se auferir os seguintes benefícios (Franco, 1992):

- simplificação da atividade de elaboração do projeto;
- padronização de materiais e componentes;
- possibilidade de normalização, tipificação, substituição e composição entre componentes padronizados;
- diminuição dos problemas de interface entre componentes, elementos e subsistemas;

- facilidade na utilização de técnicas pré-definidas, facilitando inclusive o controle da produção;
- redução dos desperdícios com adaptações;
- maior precisão dimensional; e
- diminuição de erros da mão de obra, com conseqüente aumento da qualidade e da produtividade.

Segundo Freire (2006), “a coordenação modular pode ser aplicada em todas as fases do empreendimento, da concepção do produto ao projeto executivo, no planejamento e controle das atividades, na definição dos sistemas e processos construtivos que se pretende adotar, na execução da obra e na manutenção”.

5.3 A ESCOLHA DOS COMPONENTES DAS PAREDES DE ALVENARIA

Segundo Sabbatini (2011), as alvenarias podem ser classificadas segundo o material empregado, em alvenaria de:

- bloco de concreto;
- bloco cerâmico;
- bloco sílico-calcários;
- bloco de concreto celular;
- bloco de solo cimento;
- bloco de gesso;
- bloco de pedra, etc.

Dentre os principais tipos de alvenarias, para esse estudo será adotado o uso da alvenaria de vedações com a utilização de blocos cerâmicos e de concreto.

Antes da elaboração do PPAV, é preciso definir a escolha entre os componentes disponíveis, a partir das exigências de desempenho estabelecidas para os mesmos que, de acordo com Silva (2003), são:

- resistência mecânica: avaliação da resistência frente às características de deformabilidade da estrutura de concreto, prevenindo a transferência

indevida de esforços adicionais para as paredes; avaliação de sua adequação às operações de transporte, manuseio e armazenagem;

- estabilidade dimensional: avaliação do comportamento dos componentes frente às variações higroscópicas e de temperatura, prevendo-se a limitação das dimensões dos painéis através da inserção de juntas de trabalho;
- peso: avaliação da produtividade da mão-de-obra e da contribuição do peso próprio das alvenarias na estrutura do edifício;
- regularidade geométrica: estabelecimento dos limites de tolerância (espessura, altura, comprimento, planeza das faces e esquadro) para aplicabilidade dos projetos em obra; prescrição dos procedimentos para a compra, o recebimento e a aceitação dos componentes de alvenaria na obra;
- resistência a agentes agressivos, propriedades térmicas, resistência à transmissão sonora e resistência ao fogo: consulta às normas técnicas e catálogos de fabricantes; análise comparativa para diferentes componentes disponível localmente; consideração da tradição construtiva local, experiência da empresa e aceitação da clientela potencial na comercialização do empreendimento;
- características da mão-de-obra: consideração do nível de especificação e a necessidade de treinamento da equipe tanto para a produção das alvenarias quanto para entendimento do projeto;
- características construtivas: análise do potencial do componente de interação com componentes dos demais subsistemas que lhe farão interface;
- custo total: avaliação das possibilidades de racionalização não só na produção das paredes de alvenaria como também de outros serviços que serão influenciados pelas suas características como redução nas espessuras dos revestimentos; facilidade de embutimento de instalações; consideração do índice de perda de componentes no manuseio; verificação da conformidade dos componentes quanto às características geométricas e mecânicas.

O bloco é um componente fundamental de uma parede e, segundo Sabbatini (2011), pode representar cerca de 80 a 95% do volume da alvenaria. Esse elemento possui furos prismáticos e /ou cilíndricos, perpendiculares às faces de assentamento, sendo o material

básico de sua fabricação a argila para os blocos cerâmicos e o cimento para os blocos de concreto.

A unidade será sempre definida por três dimensões principais: largura, altura e comprimento.

A figura 21 ilustra um bloco cerâmico com as suas características geométricas, representadas pelas seguintes medidas, 19cm (largura), 19cm (altura) e 39cm (comprimento).

Figura 21 – Imagem de um bloco cerâmico com a indicação das medidas.



Fonte: <http://www.gresca.com.br/index.php/category/produtos>

O comprimento e largura dos blocos definem o módulo horizontal e a altura define o módulo vertical a ser adotado na modulação da alvenaria.

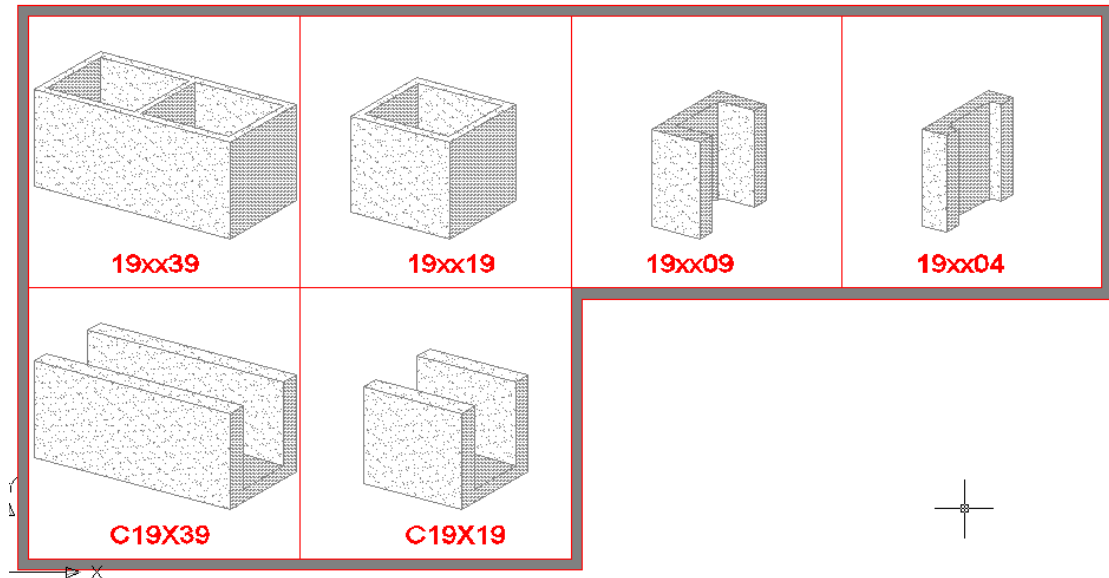
Portanto, antes da definição propriamente dita dos componentes que irão constituir as paredes, é preciso especificar as famílias dos blocos que serão utilizadas.

Partindo dos conceitos da adoção da coordenação modular, a primeira definição a ser tomada antes da elaboração do PPAV é a de especificação do “conjunto de blocos” das unidades de alvenaria que serão utilizadas.

De acordo com a ABNT NBR 15270-1 (2005), “família de blocos, é o conjunto de componentes necessários para a construção das alvenarias e suas amarrações, que tem como característica comum a mesma largura.”

As figura 22e 23 e as tabelas 3 e 4 ilustram as famílias mais utilizadas em projeto.

Figura 22 – Família dos blocos de concreto para alvenaria de vedações com furos na vertical.



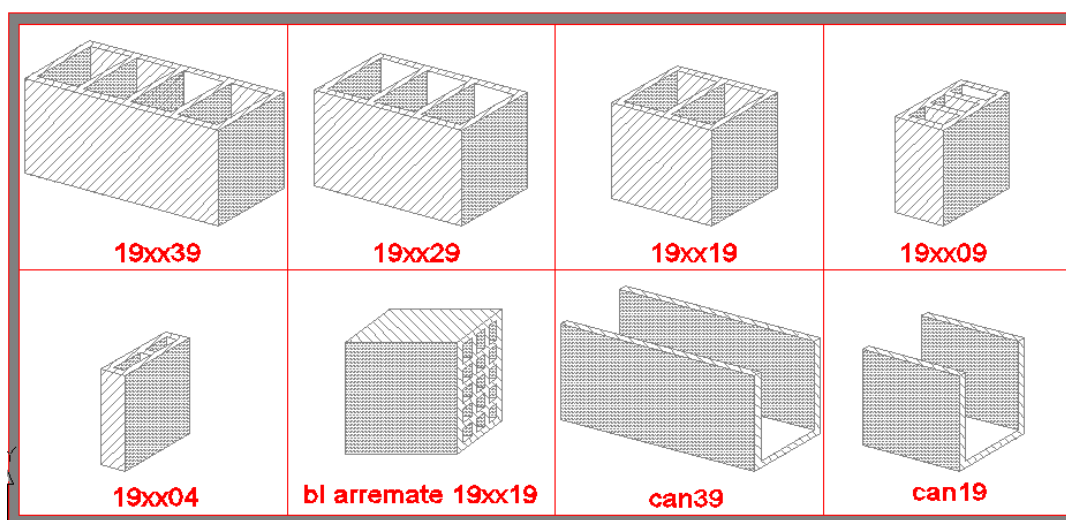
Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Tabela 3 – Tabela com as especificações dimensionais para os blocos de concreto.

Componente	Cód.	Dimensões (mm)		
		Altura	Compr.	Largura
Bloco Inteiro 2 Furos	19x39	190	390	90, 140 ou 190
1/2 de Bloco 1 Furo	19x19	190	190	90, 140 ou 190
1/4 de Bloco 1 Furo	19x09	190	90	90, 140 ou 190
1/8 de Bloco	19x04	190	40	90, 140 ou 190
Bloco Canaleta inteiro	C19xx39	190	390	90, 140 ou 190
1/2 Bloco Canaleta	C19xx19	190	190	90, 140 ou 190

Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 23 – Família dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedações com furos na vertical.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Tabela 4 – Tabela com as especificações dimensionais para os blocos cerâmicos.

Componente	Cód.	Dimensões (mm)		
		Altura	Compr.	Largura
Bloco Inteiro	19x39	190	390	90, 14 ou 190
1/3 de Bloco	19x29	190	290	90, 14 ou 190
1/2 de Bloco	19x19	190	190	90, 14 ou 190
1/4 de Bloco	19x09	190	90	90, 14 ou 190
1/8 de Bloco	19x04	190	40	90, 14 ou 190
1/2 Bloco arremate	19x19	190	190	90, 14 ou 190
Bloco inteiro canaleta	19x39	190	390	90, 14 ou 190
1/2 Bloco canaleta	19x19	190	190	90, 14 ou 190

Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Segundo Peña 2003, “os fabricantes de blocos vêm investindo cada vez mais na qualidade de seus produtos e na versatilidade dos blocos, criando famílias de blocos seccionáveis e blocos especiais que, com base em um projeto dimensional ou modular, diminuem significativamente os desperdícios melhorando o desempenho da alvenaria”.

A mesma autora ainda descreve que as empresas devem exigir a qualidade do bloco avaliando sua precisão e estabilidade dimensional, sua durabilidade, resistência à ação de agentes agressivos de acordo com as especificações das normas técnicas para cada bloco.

As normas vigentes para os componentes (blocos de concreto e cerâmicos) são:¹⁴.

- ABNT NBR 15270 – 1 : 2005 – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos;
- ABNT NBR 15270 – 2 : 2005 – Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e Requisitos;
- ABNT NBR 15270 – 3 : 2005 – Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de Ensaio;
- ABNT NBR 6136: 2014 Versão Corrigida: 2014 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;
- ABNT NBR 12118: 2013 Versão Corrigida: 2014 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio.

Portanto, para a escolha da família dos blocos, deve-se levar em consideração a utilização de uma modulação flexível, como por exemplo, utilizar blocos cerâmicos seccionáveis ou blocos de concreto que possuam submódulos.

5.4 TIPOS DE AMARRAÇÃO E FIXAÇÃO ENTRE PAREDES E ENTRE PAREDES E ESTRUTURA

Segundo Lordsleem Júnior (2001), “nos encontros entre alvenarias, a situação mais desejável é a de que haja um travamento entre os componentes de uma e de outra parede, ou seja, uma ligação por amarração, uma vez que este tipo de ligação é o que apresenta melhor desempenho por permitir a redistribuição das tensões atuantes na alvenaria”.

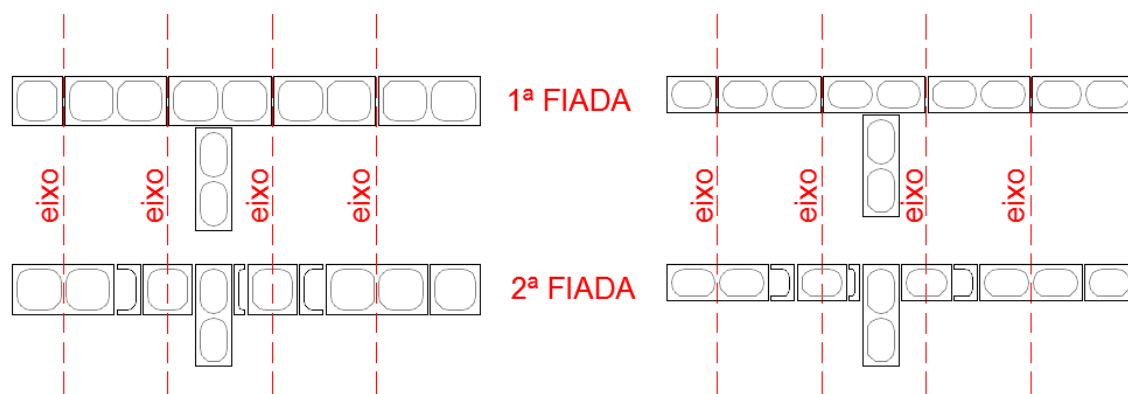
As ligações das paredes serão feitas, preferencialmente, por interpenetração dos blocos. Em casos desfavoráveis, poderá ser previsto o uso de reforços com telas metálicas entre paredes ou entre pilares e paredes.

Portanto, a amarração dos blocos dar-se-á pelo inter travamento de blocos, obtido com a interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede em relação à outra, ao longo das interfaces comuns.

As figuras 24 e 25 exemplificam os tipos mais comuns de amarrações de blocos por interpenetração.

¹⁴ Material disponível para consulta no site: <http://www.abntcatalogo.com.br/normagrid.aspx>

Figura 24 – Tipos de amarração de blocos em “T”, por interpenetração.

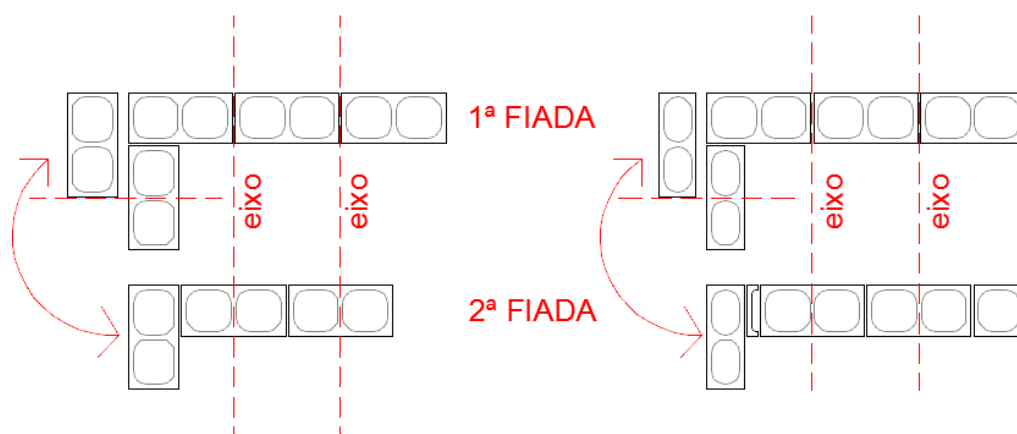


Amarração em T, entre diferentes espessuras de blocos, com o uso de compensadores para ajuste da modulação

Amarração em T, entre blocos com a mesma espessura.

Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 25 – Tipos de amarração de blocos em “L”, por interpenetração.



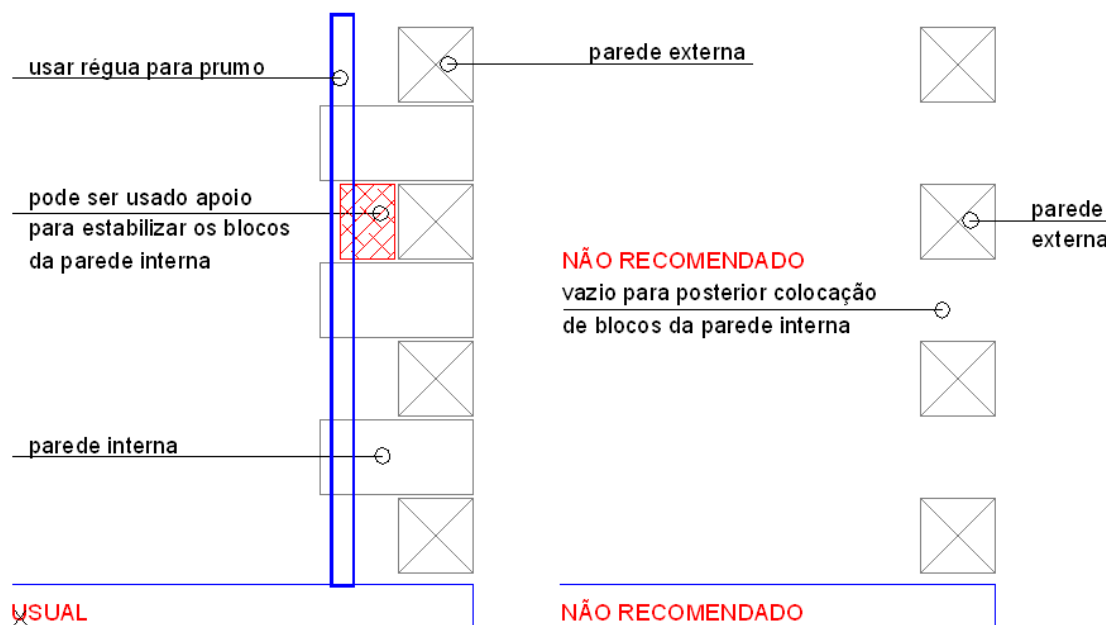
Amarração em L (canto), entre blocos com a mesma espessura.

Amarração em L (canto), entre diferentes espessuras de blocos com o uso de compensadores para ajuste da modulação.

Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Em relação à sequência executiva adotada para o desenvolvimento da alvenaria, mesmo elevando as paredes externas primeiramente, as paredes internas também precisarão ser amarradas por interpenetração de blocos, ou seja, é recomendado não deixar vazios na alvenaria da fachada para colocação posterior dos blocos que serão amarrados com as paredes internas, como ilustra a figura 26 abaixo:

Figura 26 – Amarração de blocos por interpenetração (usual x não recomendado).



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Nos casos desfavoráveis, quando houver a necessidade do uso da tela, recomenda-se a utilização de telas metálicas eletro-soldadas, galvanizadas, dotadas de fios com diâmetro em torno de 1mm e malha quadrada de 15mm, que atendam às especificações das normas vigentes.

Segundo o sistema SVM (2002),¹⁵ na ligação alvenaria X estrutura, o reforço metálico deverá ser utilizado em:

- Paredes curtas sobre lajes em balanço, com comprimento inferior à metade da altura ($C < H/2$);
- Paredes com comprimento superior a nove metros ($C > 9m$);
- Paredes com comprimento entre 5m e 9m sobre elementos muito deformáveis (lajes com espessura $eL < C/60$; Vigas com altura: $h_v < C/16$);
- Paredes com uma extremidade lateral livre e comprimento inferior a um terço da altura ($C < H/3$);

¹⁵ SVM (Sistema de Vedação Modular) – Sistema Glasser de Vedação Modular – Diretrizes para os projetos de Alvenaria - Versão 4 – Outubro de 2002. - Site: <http://www.glasser.com.br>

- Paredes submetidas à vibração contínua (por exemplo, paredes com ar condicionado; paredes ligadas às caixas de elevadores; paredes da casa de máquinas);
- Paredes com extremidade superior livre;
- Paredes do primeiro pavimento em edifícios sobre pilotis;
- Paredes externas do último pavimento em todos os edifícios;
- Para as paredes do térreo e subsolos, utilizar telas metálicas em todos os pilares, posicionados a cada duas fiadas;
- Paredes que tenham aberturas com distância inferior a 1m do pilar;
- Na ligação de paredes de shafts, em função da sequência de execução definida.

Quanto ao uso das telas em projeto, geralmente são especificadas nas seguintes medidas, como mostra a tabela 5, a seguir:

Tabela 5 – Especificação das telas metálicas.

TIPO	TELA	COMPRIMENTO (cm)	LARGURA (CM)	USO
T50x7,5		50	7,5	paredes e=9cm (1 Tela) paredes e=19cm (2 Telas)
T50x12		50	12	paredes e=14cm (1 Tela)
T25x7,5		25	7,5	paredes e=9cm (1 Tela) paredes e=19cm (2 Telas)
T25x12		25	12	paredes e=14cm (1 Tela)
T15x7,5		15	7,5	paredes e=9cm (1 Tela) paredes e=19cm (2 Telas)
T15x12		15	12	paredes e=14cm (1 Tela)

* dobra mínima de 5 cm

* p/ casos em que o comprimento da parede for inferior a 10cm (espaletas de portas e janelas) será utilizado uma dobra maior

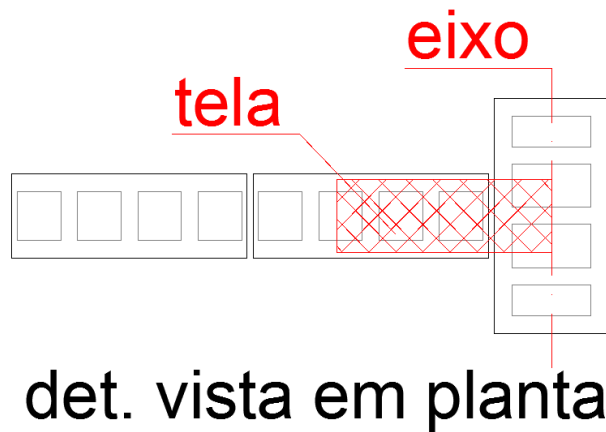
Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

A tabela 5 indica o uso das telas para:

- paredes de espessura e= 09cm, utilizar tela de 7,5cm;
- paredes de espessura e= 14cm, utilizar tela de 12cm;
- paredes de espessura e= 19cm, utilizar 2 telas de 7,5cm, posicionadas sobre as paredes longitudinais dos blocos, ou seja, com cerca de 4cm entre elas.

Para o correto posicionamento das telas em relação à espessura das paredes, a figura 27 poderá ser utilizada como referência.

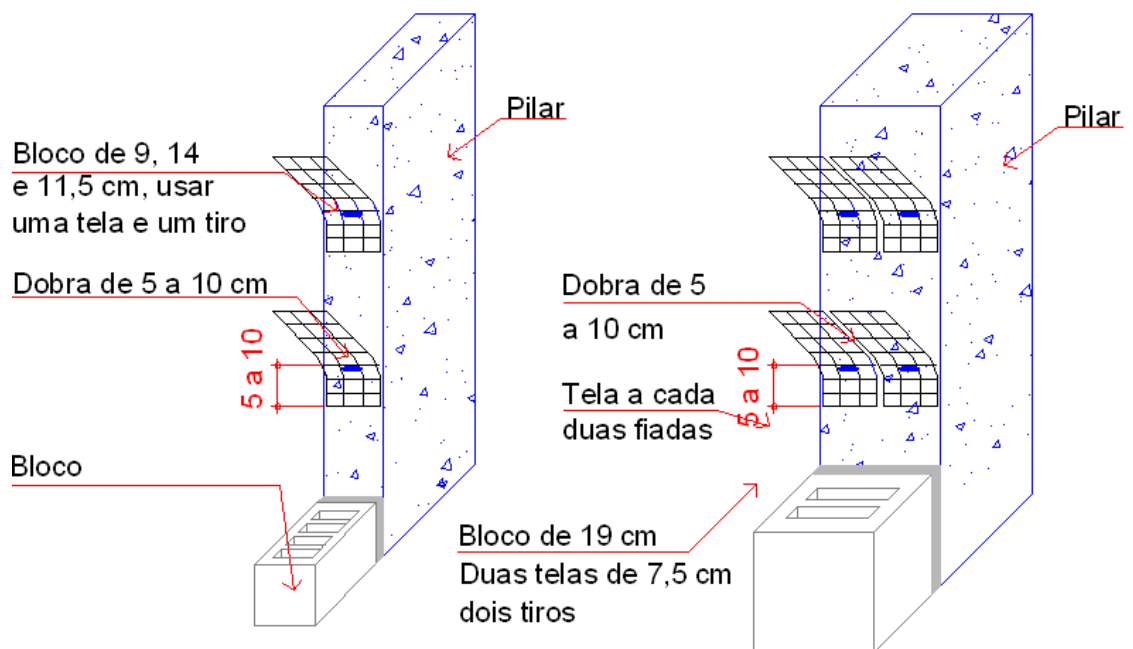
Figura 27 – Detalhe do posicionamento das telas metálicas em planta.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Para a fixação das telas em pilar, primeiramente, é necessário raspar o chapisco do pilar, caso exista, e com o auxílio de uma pistola finca-pinos de baixa velocidade, acionada à pólvora, efetuar a cravação dos pinos e arruelas conforme mostra a figura 28.

Figura 28 – Fixação das telas metálicas em pilar.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 29 – Telas metálicas fixadas em pilar.



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php?PHPSESSID=ccd0dd0c90aa9901b2a2e49d3182897c>

O uso das telas metálicas ajuda na prevenção de fissuras que podem ocorrer nas ligações entre estrutura e alvenaria.

Segundo a Revista IBRACON (2013),¹⁶ em uma avaliação experimental feita em laboratório por meio de ensaios dos métodos de prevenção de fissuras na interface alvenaria de vedação e pilar de concreto, obteve-se como conclusão para o uso das telas, as seguintes conclusões:

- O comprimento de 40 cm, quando comparado ao de 30 cm, de ancoragem do dispositivo de ligação (barra ou tela) parede/pilar é mais eficiente na prevenção de eventual fissura na interface pilar/parede;
- O tratamento de argamassa, com adição de adesivo acrílico, na face do pilar em contato com a parede pode melhorar, consideravelmente, a eficiência dos métodos de prevenção da fissura pilar/parede avaliados;
- As barras de aço tipo “ferro cabelo” apresentam desempenho limitado, quando comparadas às telas metálicas eletro soldadas galvanizadas e com tratamento da face de contato pilar/parede com chapisco de argamassa e adesivo acrílico;
- O desempenho do dispositivo de ligação conhecido como “ferro cabelo” foi semelhante para ambos os diâmetros de barra de ligação avaliados, de 5.0 mm ou 6.3 mm;
- A cantoneira metálica, em substituição aos pinos e arruelas, na fixação da tela ao pilar, não teve desempenho esperado, no que diz respeito a um maior controle da abertura da fissura na ligação pilar/parede;
- Dentre as técnicas de prevenção de fissuras na ligação pilar/ parede a que apresentou melhor eficiência no controle da abertura da fissura foi o conjunto constituído por:

¹⁶ Revista IBRACON de Estrutura e Materiais – Vol. 06 – nº: 05 – São Paulo – Oct. 2013 - Disponível no Site: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-41952013000500005&script=sci_arttext&tlng=pt

tela metálica eletro soldada galvanizada, com malha quadrada de 15 mm e diâmetro do fio de 1.65 mm, fixada por pinos e arruelas (sem cantoneira de aço) e com tratamento da face do pilar com chapisco de argamassa aditivada.

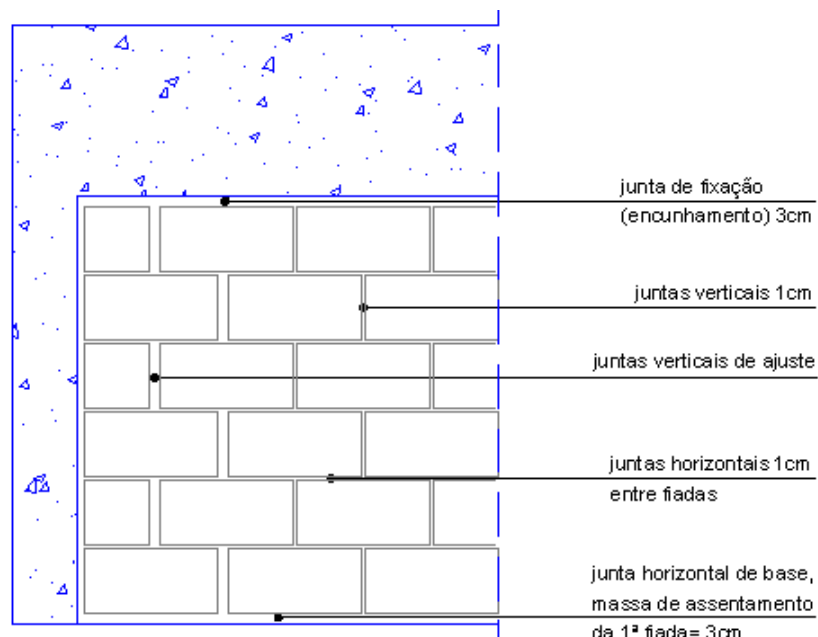
5.5 JUNTAS DE ARGAMASSA

Segundo Silva (2003), “as juntas de argamassa assumem funções primordiais ao desempenho dos painéis de alvenaria no sentido de tornar-lhes monolíticos, unindo solidamente os blocos e ajudando-os a resistir a esforços laterais, distribuindo uniformemente as cargas atuantes por toda a área resistente dos blocos, absorvendo as deformações naturais a que estejam sujeitos e contribuindo, nas paredes externas, para a sua resistência à penetração das águas de chuva e de outros agentes deletérios”. A argamassa em si, não irá fazer parte deste estudo, por ser um tema muito amplo e complexo já estudado profundamente em outros trabalhos de dissertação. Serão expostos somente os tipos de juntas e a suas classificações.

Para a maioria das paredes, as juntas de argamassa podem ser classificadas de acordo com a sua posição, como: juntas horizontais e juntas verticais.

A figura 30 ilustra os tipos de juntas existentes em relação a uma parede de alvenaria com estrutura reticulada de concreto armado.

Figura 30 – Representação dos tipos de juntas.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

As juntas horizontais serão sempre preenchidas e são subdivididas em:

- juntas horizontais de base, ou (massa de assentamento da 1ª fiada de blocos no piso do pavimento); e
- juntas horizontais de fixação, ou (encunhamento no encontro da última fiada de blocos, com a estrutura do teto do pavimento).

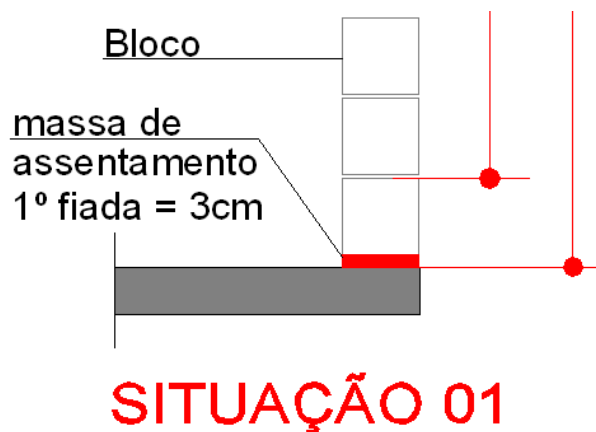
Segundo Silva (2003), as juntas de base “objetivam corrigir eventuais incorreções na concretagem da laje devendo ter, no mínimo, 10mm. Sua espessura final será determinada pelo mapa de verificação das condições da laje, elaborado preliminarmente ao início dos serviços de alvenaria.

No caso de contrapiso executado antes das alvenarias, a junta horizontal de base deve ter 10mm de espessura.

No caso da alvenaria ser assentada antes da execução do contrapiso, e não existir um mapeamento de níveis, a junta de base horizontal para a marcação de 1ª fiada, deve ter 30mm, como mostra a figura 31.

No próximo item deste estudo, será discutida a relação desta medida em relação à altura dos peitoris dos caixilhos.

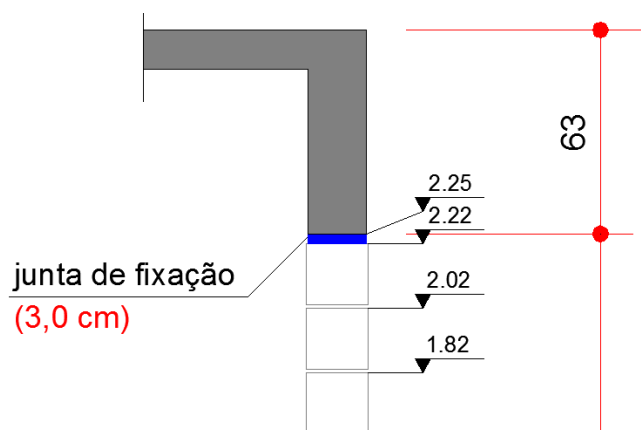
Figura 31 – Junta horizontal com 3cm de massa de assentamento.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

De acordo com Silva (2003), as juntas horizontais de fixação “promovem a ligação superior da alvenaria aos elementos estruturais (vigas e lajes) e devem ter espessura de 20 a 30mm, recomendando-se adotar, no projeto, espessuras de 30mm” (figura 32).

Figura 32 – Junta horizontal com 3cm de massa de fixação.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

As juntas verticais podem ser subdivididas em:

- preenchidas;
- secas, sem preenchimento de argamassa entre os blocos; e
- de ajuste.

Para a maioria das paredes, as juntas verticais preenchidas terão a espessura média de 10mm, assim como as juntas horizontais.

Para as juntas verticais secas, sem preenchimento, geralmente é adotada espessura média de 3mm entre as unidades de alvenaria.

Segundo Silva (2003), seu dimensionamento deve ser em função da modulação adotada pelo projetista de alvenaria.

As juntas verticais de ajuste têm como finalidade permitir a correção de eventuais desvios da estrutura que possam ocorrer durante a execução e permitir a adequada aderência com os elementos estruturais. Devem ser preenchidas com argamassa.

Portanto, é função do projetista de alvenaria indicar ao executor as características dimensionais de todas as juntas existentes que compõe o PPAV.

5.6 DEFINIÇÃO DOS VÃOS DAS ESQUADRIAS

A abertura de vãos nas paredes de alvenaria sempre demanda cuidados, tanto na fase de projetos, como na de execução.

Segundo Silva (2003), “para o posicionamento e dimensionamento dos vãos na alvenaria onde serão instaladas as esquadrias de portas e janelas e correto detalhamento da interface, deverão estar disponíveis, para o projetista de alvenaria, definições acerca do tipo, dimensões, sistema de fixação e técnicas de assentamento dos componentes especificados para seu fechamento e proteção e o dimensionamento preliminar das vergas e contravergas”.

PEÑA (2003) também traz a relação das informações necessárias para a especificação dos vãos na alvenaria no PPAV, quais sejam:

- folgas de instalação das esquadrias de acordo com o tipo de fixação a ser utilizado;
- tipo de esquadria: madeira, metálica, etc.
- cotas acabadas de piso;
- detalhes de soleiras, peitoris e revestimentos;
- vãos de arquitetura e estrutura compatibilizados.

Ambos os autores mostram a necessidade de se fazer um levantamento inicial de informações para poder especificar e definir corretamente o posicionamento dos vãos das esquadrias no PPAV.

Na maioria dos casos, quando o contrapiso não é executado antes da alvenaria, é adotado o valor de 30mm para espessura da junta de assentamento dos blocos da 1ª fiada. Com isso, os peitoris tornam-se modulares, em relação à altura das fiadas dos blocos na alvenaria, evitando a realização de ajustes de altura na modulação dos blocos.

A tabela 6, a seguir exemplifica algumas medidas de peitoris de acordo com o número correspondente de fiadas dos blocos na alvenaria.

Tabela 6 – Altura dos peitoris x números de fiadas.

Alturas preferenciais dos peitoris	Números de fiadas (borda livre inferior das janelas).
0,62cm	Acima da 3ª fiada de blocos;
0,82cm	Acima da 4ª fiada de blocos;
1,02cm	Acima da 5ª fiada de blocos;
1,22cm	Acima da 6ª fiada de blocos;
1,42cm	Acima da 7ª fiada de blocos;
1,62cm	Acima da 8ª fiada de blocos;

Fonte: Elaborada pelo autor.

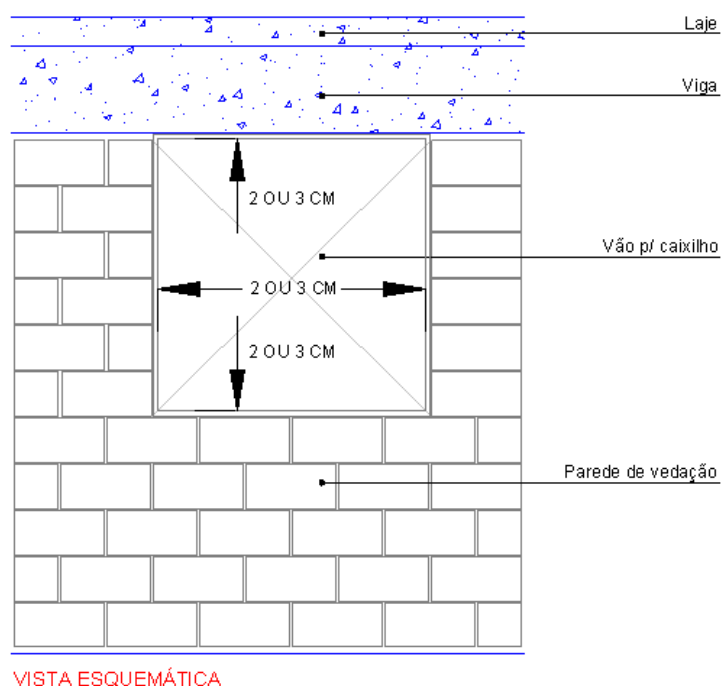
Para Freire (2006), “a modulação dos vãos de portas e janelas deve ser feita em função do módulo básico ou em função da medida dos componentes escolhidos para a alvenaria”.

A mesma autora destaca também que “além da modulação dos vãos em função dos blocos que serão utilizados, a norma NBR 05722 – Esquadrias modulares, sugere que seja deixada uma folga para ajuste dos componentes e para a colocação dos contra marcos e dos batentes de portas.

Segundo Kiss (2008),¹⁷ “contra marco é a moldura, normalmente pré-moldada, de concreto, alumínio ou madeira, utilizada como definição do vão para a instalação da esquadria, para que esta não seja chumbada diretamente na alvenaria. Como gabarito, é uma peça para racionalizar o processo construtivo, pois permite que se faça a parede sem interrupção. A esquadria que será instalada posteriormente, terá as medidas menores que as do contra marco, admitindo-se apenas as tolerâncias mínimas (folgas) para que a peça se encaixe com precisão”.

Considerando-se a utilização de esquadrias de alumínio com contra marcos, as folgas devem ser de 2cm a 3cm em cada face, conforme ilustra a figura 33.

Figura 33 – Folga no vão para colocação dos contra marcos.

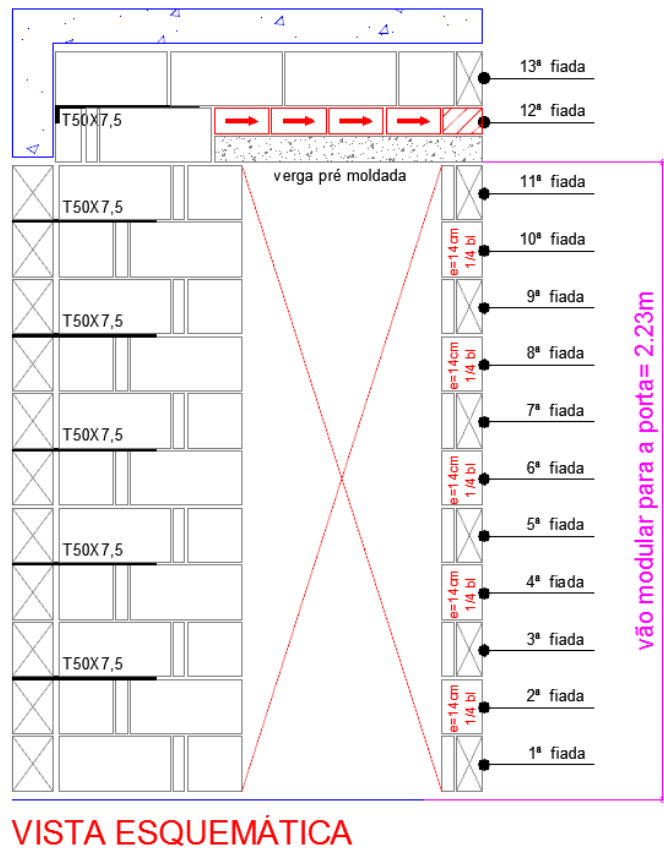


Fonte: Adaptada de Freire (2006) – pg. 63. Folga no vão para colocação dos contra marcos.

¹⁷ Revista Equipe de Obra – Projetos – Contramarcos de janelas – Edição 19 – Set/2008. Reportagem Paulo Kiss. O material encontra-se disponível no site: <http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/19/plantas-contramarcos-de-janelas-103313-1.aspx>

Para as portas, com batentes metálicos ou de madeira, a folga em relação ao tamanho da folha da porta (620, 720, 820, 920mm, para assentamento deve ser de 10cm na largura e na altura do vão. Esta folga será preenchida pelo batente mais o material de fixação na largura do vão e na altura, pela verga, conforme ilustra a figura 34.

Figura 34 – Folga no vão para colocação de portas.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

5.7 UTILIZAÇÃO DE REFORÇOS NA ALVENARIA

Os reforços em alvenaria são usados para evitar fissuras onde ocorrem concentração de tensões. Essas fissuras geralmente ocorrem onde estão posicionados os vãos para as esquadrias (portas e janelas). Nesses casos, os elementos preventivos utilizados para evitar o aparecimento das fissuras, são vergas e contravergas.

As vergas são elementos utilizados na fiada acima dos vãos de portas ou janelas. Têm função exclusiva de transmissão de cargas verticais para as paredes adjacentes à abertura. As

contra vergas são elementos estruturais, com função de reduzir as fissuras que possam aparecer nos cantos, utilizadas na fiada de peitoril das janelas e sobre vãos de pequena largura (< 90cm).

As vergas ou contra vergas podem ser pré-moldadas, ou executadas com canaletas preenchidas com graute.

Segundo Peña (2003), “cada projeto apresenta medidas diferentes em função de seus vãos livres e das medidas decorrentes do bloco a ser utilizado; em função disso, para cada projeto são estudadas e definidas medidas e formatos diferentes para as vergas e contra vergas”. De acordo com as tabelas 7 e 8 propostas por Sabbatini (2011), é possível definir o mínimo de apoio lateral necessário para as vergas e contravergas, a sua altura limite e a ferragem a ser utilizada, de acordo com a largura máxima dos vãos mencionados.

Tabela 7 – Reforços construtivos - Vergas.

L_{máx} vão (cm)	Até 120	de 120 a 200	de 200 a 300
α lat_{mín} verga (cm)	10	10	20
h_{mín} (cm)	5	5	10
2ϕ (mm)	5,0	6,3	(*)

- espessura verga = espessura bloco
- (*) para definir a armadura, verificar as cargas envolvidas
- Para aberturas com vãos maiores que 300cm, deve-se dimensionar a verga como viga

Fonte: Sabbatini (2011).

Tabela 8 – Reforços construtivos – Contra Vergas.

L_{máx} vão (cm)	de 60 a 120	de 120 a 200	Acima de 200
α lat_{mín} verga (cm)	30	45	60
h_{mín} (cm)	5	5	10
2ϕ (mm)	5,0	6,3	6,3

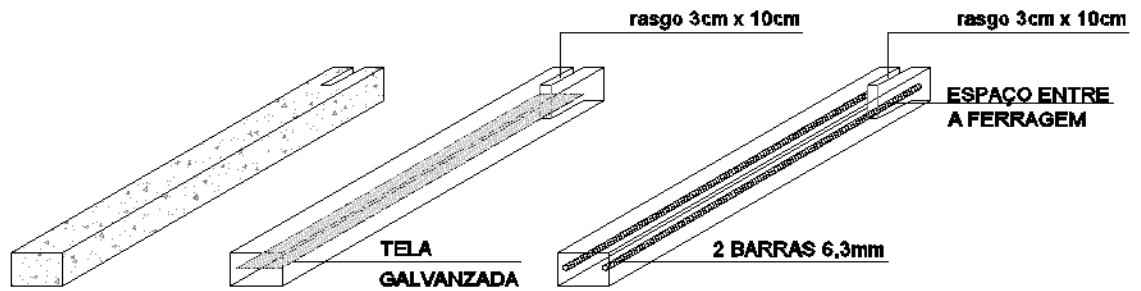
- espessura contraverga = espessura bloco
- Para vãos sucessivos, adota-se elementos contínuos
- Para vãos inferiores a 60cm pode-se suprimir a contraverga

Fonte: Sabbatini (2011).

Usualmente em projeto, a altura padrão adotada das peças é de 9,0cm, devido ao encaixe na modulação dos blocos, e em uma das extremidades é previsto um passante de 1” para passagem de tubulação.

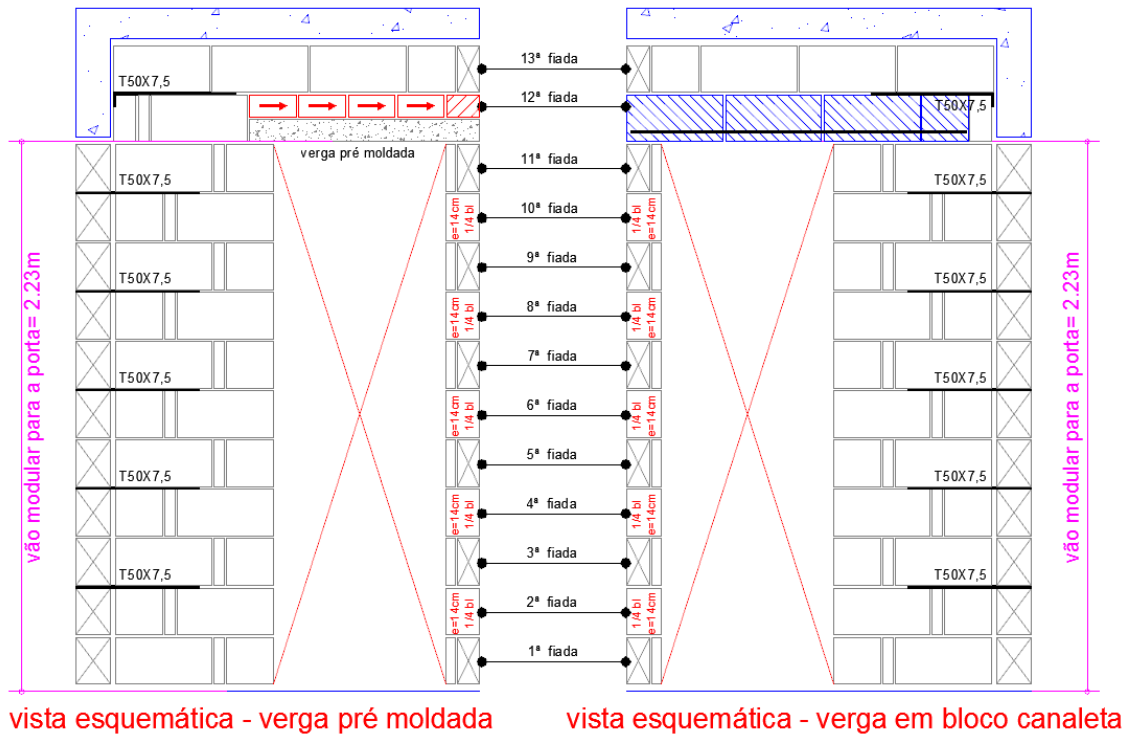
Para a estruturação da peça, é necessário o uso de tela galvanizada ou barras de aço de 6,3mm dispostas sempre no centro da peça, como mostra a figura 35:

Figura 35 – Detalhe de peças pré-moldadas para vergas.



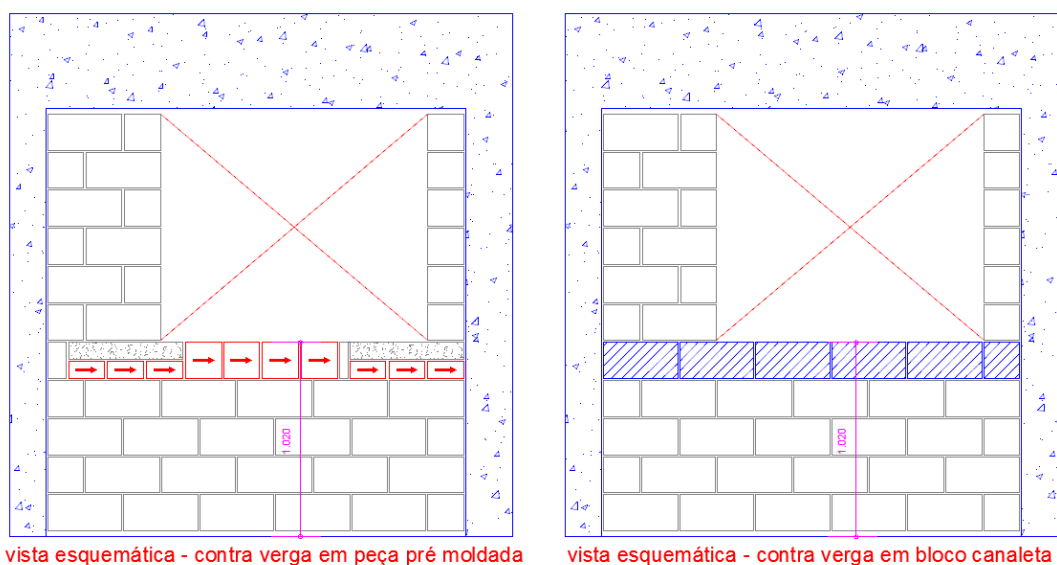
Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 36 – Tratamento do vão da porta com Bloco canaleta e verga pré-moldada.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 37 – Exemplo de tratamento para o vão da janela, mostrando a diferença entre o uso das contravergas em bloco canaleta e peças pré-moldadas.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

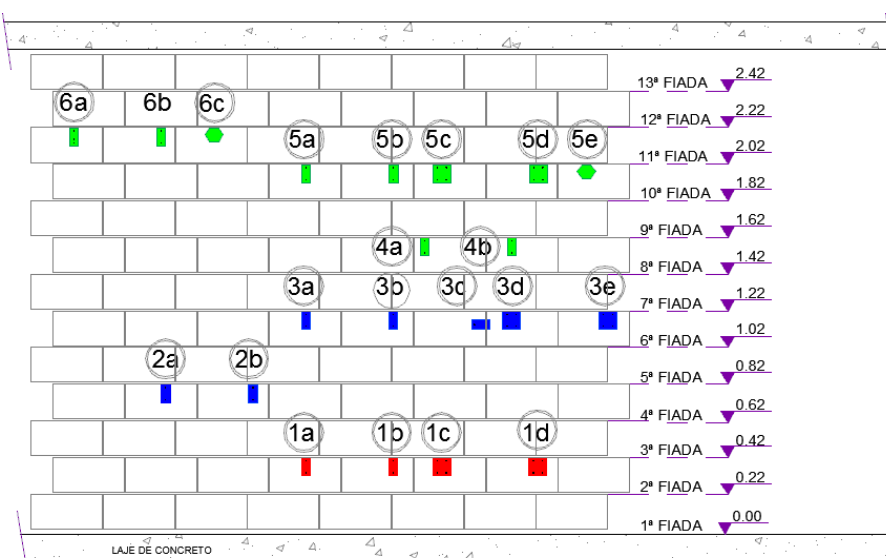
5.8 RELAÇÃO DA ALVENARIA COM INSTALAÇÕES

A relação da alvenaria com as instalações começa com a compatibilização dos projetos conceituais de arquitetura, estrutura e instalações, com o PPAV.

Essa compatibilização feita pela sobreposição de arquivos, pode ajudar a identificar possíveis erros de projeto, como: cruzamento de tubulações hidráulicas com elétricas; falta de furações em vigas e lajes para passagem das tubulações; dimensionamento de shafts; e definição de vários parâmetros como padrões de altura de pontos elétricos e hidráulicos, por exemplo.

É preciso saber se a empresa contratante possui padrão que determina a altura dos pontos de instalações, para que o projetista do PPAV possa utilizar como referência em projeto. Se a empresa possuir este documento, o projetista do PPAV irá incorporá-lo nos detalhes executivos de elaboração do projeto. Caso a empresa não possua esse tipo de informação, serão adotadas as medidas mais usuais de mercado, com base na especificação fornecida pelos projetos de instalações, juntamente com a compatibilização do PPAV. A figura 38 apresenta um exemplo de padrão de altura dos pontos elétricos, e a 39 apresenta um exemplo de padrão de altura dos pontos hidráulicos.

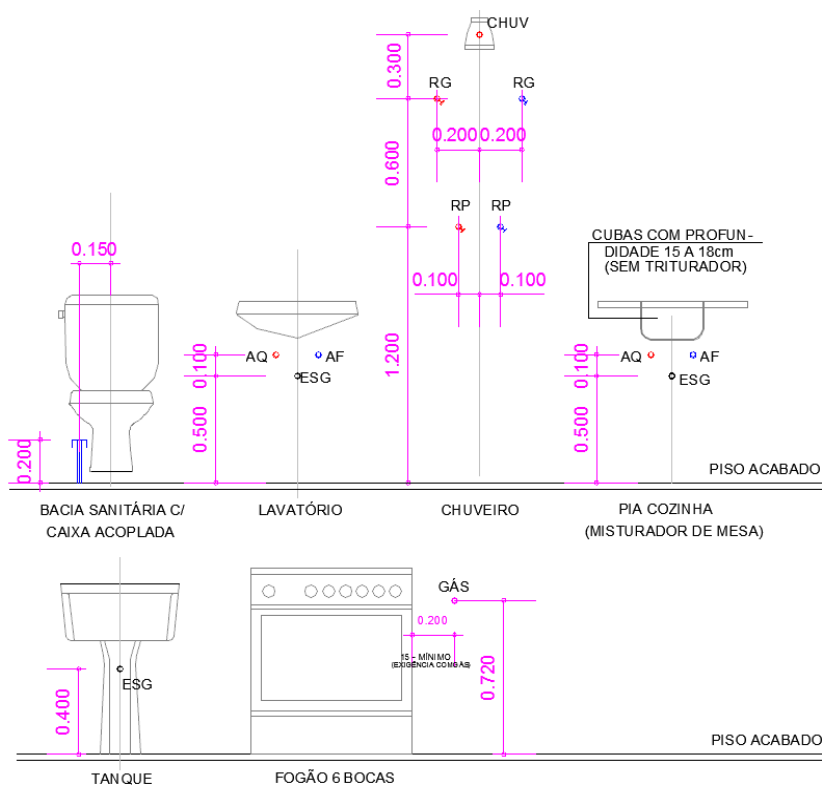
Figura 38 – Padrões de altura dos pontos elétricos.



A NUMERAÇÃO INDICA A ALTURA DA CAIXINHA E AS LETRAS INDICAM SEU TIPO E POSICIONAMENTO NOS BLOCOS.
OBS.: COTAS EM RELAÇÃO À FACE INFERIOR DAS CAIXAS EM RELAÇÃO À ESTRUTURA SEM ACABAMENTO.

Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Figura 39 – Padrões de altura dos pontos hidráulicos.

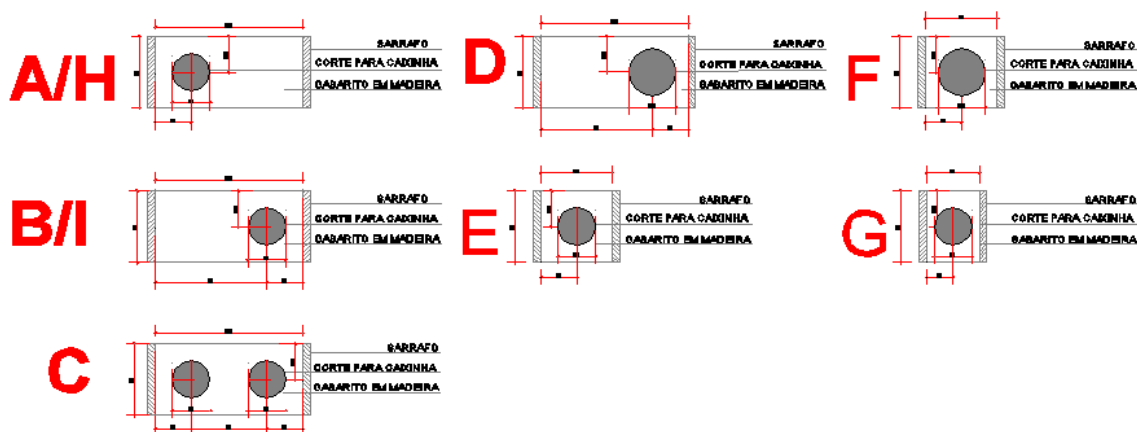


Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

Em relação ao padrão dos sistemas prediais de elétrica, também podem existir informações referentes aos tipos de caixas que serão adotados no projeto, como convencionais

ou redondas. Esse tipo de informação pode interferir na especificação do uso dos blocos elétricos, bem como na sua produção em relação aos gabaritos de cortes de blocos que são produzidos em obra.

Figura 40 – Produção dos gabaritos para o corte dos blocos elétricos.



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

O embutimento de quadros de luz em paredes de alvenaria torna-se um ponto crítico importante a ser discutido porque pode prejudicar a estabilidade por completo de uma parede, devido à grande quantidade de eletrodutos que chegam para alimentar os quadros de luz. Para esses casos de paredes chamadas de especiais, recomenda-se:

- evitar locar os quadros de luz em paredes com espessuras menores que 14cm, devido ao tamanho que o mesmo ocupa dentro da alvenaria;
- utilizar blocos com furos na vertical, procurando sempre o alinhamento dos mesmos, bem como a sua furação, facilitando a passagem dos eletrodutos sem precisar quebrá-los;
- evitar locar quadros de luz sob vigas estruturais devido à grande quantidade de furos para a passagem dos eletrodutos.

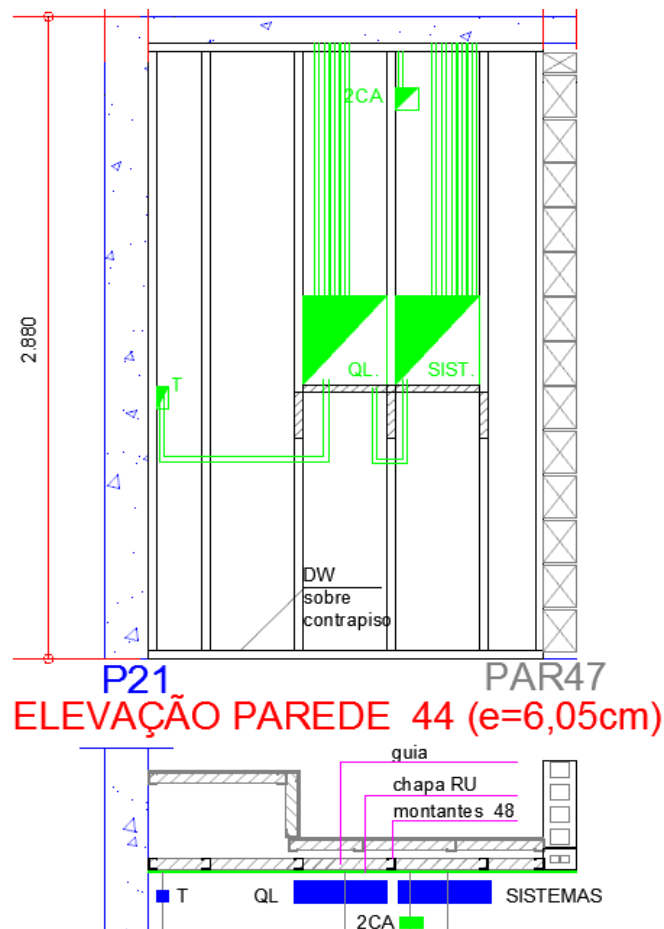
Para os casos de paredes especiais, também pode ser adotado outro sistema de vedação, como por exemplo, a utilização de gesso acartonado (drywall) ou ainda a opção de realizar enchimentos externos à parede, executados juntamente com as instalações.

Existem empresas construtoras que, devido ao problema de contratação de mão de obra e má execução dos serviços por parte dos instaladores, optaram por desvincular parte das instalações hidráulicas e elétricas das paredes de alvenaria tradicional, adotando o uso do gesso acartonado (drywall).

Para essas empresas que adotaram o uso do sistema (drywall) para o embutimento das instalações elétricas e hidráulicas, foi possível constatar que não houve mais atraso na execução da alvenaria, devido ao tempo de espera que ocorria em relação à montagem das instalações. Ganha-se, assim, em produtividade, economia e minimiza-se as interferências antes encontradas nas paredes.

O sistema de vedação, com o uso de gesso acartonado (drywall), não faz parte do escopo deste estudo, porém, mostra-se um material eficiente na execução de paredes em alvenaria com embutimento de instalações.

Figura 41 – Detalhe de quadro de luz executado em parede de gesso acartonado (drywall).



Fonte: Imagem fornecida pela empresa de projetos (Leonardi e Bayerlein Arquitetos Associados).

De acordo com o manual do SVM Glasser (2002),¹⁸ “são múltiplas as soluções para a integração entre os subsistemas de vedação vertical e de instalações hidro sanitárias. A escolha ideal dependerá de definições técnica. Portanto, seguem algumas definições para a racionalização do projeto de execução da alvenaria em relação às instalações hidráulicas.

- As prumadas devem ser, preferencialmente, embutidas em shafts;
- Utilizar enchimentos sob as bancadas de cozinha e banho para o embutimento das tubulações;
- Uso de kits hidráulicos nos chuveiros e tanques.

Os kits hidráulicos, são quadros pré-moldados desenvolvidos para o sistema drywall utilizados para as instalações hidráulicas, em que é desvincula a sua execução da alvenaria.

Figura 42 – Detalhe de Kit hidráulico para chuveiro em (drywall).



Fonte: Material disponível no site: http://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/qudros-pre-montados-para-a-chuveiro-prontos-para-instalação_214_2087

¹⁸ SVM (Sistema de Vedação Modular) – Sistema Glasser de Vedação Modular – Diretrizes para os projetos de Alvenaria - Versão 4 – Outubro de 2002. - Site: <http://www.glasser.com.br>

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste último capítulo, apresentam-se as considerações finais em relação aos objetivos propostos para esta monografia, bem como faz-se sugestões para o desenvolvimento de futuros trabalhos, entendidos como necessários à complementação e continuação do tema aqui desenvolvido.

6.1 ANÁLISE FINAL

O presente trabalho objetivou a elaboração de diretrizes balizadoras para o projeto de alvenaria de vedações verticais, de modo a facilitar as tomadas de decisões na fase inicial de concepção dos empreendimentos, visando aumento contínuo de eficiência na organização e planejamento do processo de produção dos edifícios como um todo.

Apesar de ser um objetivo bastante difícil de alcançar devido à complexidade do tema, acredita-se que o trabalho atingiu a meta inicialmente proposta.

Foi possível caracterizar as empresas construtoras, levantando as diferenças existentes entre elas, de acordo com o grau evolutivo que cada uma se encontra dentro do processo de projeto.

Através desta caracterização, foi possível descrever como foi a implantação do PPAV dentro do processo de produção de três empresas construtoras distintas, com diferentes níveis evolutivos. Pode se perceber que há uma grande diferença entre as empresas, no que diz respeito à utilização do PPAV.

A empresa C, por exemplo, quando introduziu o uso do PPAV, foi como se estivesse entrando com uma nova tecnologia, evidenciando a busca por um maior aprimoramento no seu processo construtivo de uma forma geral. Essa mudança trouxe alterações na forma de pensar da empresa, que acabou provocando outras mudanças ainda maiores, refletindo diretamente na qualidade final do empreendimento.

O projeto passou a causar um grande impacto para a empresa que até então, não detinha deste tipo de tecnologia em seu processo de produção de edifícios.

As empresas A e B, de uma certa forma, já passaram por esse processo evolutivo de incorporação do uso do PPAV dentro do seu processo construtivo.

O autor enquanto projetista pode perceber que é possível propor mudanças no projeto de tal forma que a empresa B, por exemplo, alcance a empresa A, de acordo com o grau evolutivo para a elaboração do PPAV.

Por mais que as empresas apresentem níveis organizacionais diferentes dentro do processo construtivo, e o projeto se manifeste também de maneira diferente dentro dessas empresas, pode se dizer que o projeto de uma certa forma, pode induzir a evolução da empresa de um patamar evolutivo para outro, se implantado corretamente.

O momento de contratação do PPAV também é relevante para o processo, entendendo-se como ideal, quando feito na fase inicial de concepção do empreendimento, quando poderá auxiliar os demais projetos conceituais nas tomadas de decisões relacionadas à alvenaria. Se contratado nessa etapa poderá proporcionar maior racionalização para o processo de projeto e de execução.

A ideia de desenvolver as diretrizes de projeto partiu da angústia demonstrada pelo autor em relação aos diferentes tipos de empresas atuantes no mercado da construção em relação ao PPAV. A incorporação das diretrizes nessas empresas se dará através da identificação e caracterização das mesmas, quanto ao grau evolutivo que cada uma apresenta em relação ao desenvolvimento do processo de projeto.

Assim as diretrizes poderão ser implantadas e ajustadas de forma a contemplar as necessidades de cada empresa, visando ao maior grau de racionalização possível.

Diante do exposto, e analisando o escopo deste trabalho, pode-se concluir que as metas propostas foram cumpridas.

6.2 SUGESTÃO TEMA PARA CONTINUIDADE DO ESTUDO

O conteúdo e padrão de apresentação gráfica dos projetos de alvenaria de vedações variam de projetista para projetista. Não existe unificação gráfica entre a simbologia e detalhes construtivos adotados para o PPAV.

Segundo Silva (2003), a falta de normalização que os regulamente faz com que os projetos para produção de alvenarias racionalizadas assumam distintos padrões de apresentação e conteúdo, conforme o escritório de projetos que os elabora e a empresa construtora que os contrata.

Ao longo dos anos, cada projetista com sua experiência adquirida no dia a dia, desenvolveu sua própria forma de representação para o projeto, elaborando detalhes construtivos de acordo com as necessidades que surgiam durante a execução.

Por ser a alvenaria de vedações um tema bastante complexo e de extrema importância para a racionalização do processo construtivo, recomenda-se um possível tema para o desenvolvimento de futuros trabalhos de monografia, a unificação de linguagem e critérios entre os diversos projetistas de alvenaria, gerando uma compatibilização gráfica na simbologia e detalhes construtivos adotada em projeto, de modo a propiciar a transferência consistente e clara de informações entre toda a equipe de projeto e demais agentes envolvidos no processo de produção de edifícios.

REFERÊNCIAS

AQUINO, JANAYNA - **Análise do desenvolvimento e da utilização de projetos para a produção de vedações verticais na construção de edifícios.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. 184p.

ASSUMPÇÃO, JOSÉ FRANCISCO PONTES - **Técnicas para planejamento de empreendimentos: conceitos e instrumentos.** Curso MBA – Gerenciamento de Obras – UFBA – Universidade Federal da Bahia, 2007. Disponível no site: http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Planejamento/BAHIA_PARTE1_IMP.

CASTRO, ULISSES RESENDE - **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução.** Monografia apresentada - Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, 2007. 44p.

CHALITA, Ana Cristina Catai - **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção.** – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. / A.C.C. Chalita. –ed. rev.—São Paulo, 2010. p 251.

FRANCO, LUIZ SÉRGIO. - **O processo de vedações verticais: característica e importância para a racionalização do processo de produção.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.: 1998: São Paulo) – Anais; ed. Por F.H. Sabbatini, M.M.S.B de Barros, J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998 b. p.221-236.

FREIRE, ANDRÉA MARIA VALVERDE – **Coordenação modular de projetos como ferramenta para a racionalização da construção.** / A.M.V. Freire. – Monografia apresentada à Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - São Paulo, 2006. 127p.

FONSECA, NUNO DE A. – **O Processo capitalista de produção de arquitetura para o mercado imobiliário**, In: IV Seminário Internacional da Lares - 4º Seminário Internacional da Lares (Latin American Real Estate Society), São Paulo, 2004.

GREVEN, HELIO ADÃO e BALDAUF, ALEXANDRA STAUDT FOLLMANN – **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada** – Coleção Habitare, 9 - Porto Alegre: ANTAC, 2007.

IBRACON – Revista de Estrutura de Materiais – Vol.06 nº:05 – São Paulo – Outubro de 2013. Disponível no site: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-41952013000500005&script=sci_arttext&tlng=pt.

KISS, PAULO – Revista Equipe de Obra – Projetos – **Contramarcos de janelas** – Edição 19 – Setembro de 2008. Reportagem Paulo Kiss. O material encontra-se disponível no site: <http://www.equipedebra.pini.com.br/construcao-reforma/19/plantas-contramarcos-de-janelas-103313-1.aspx>

LORDSLEEM JUNIOR, ALBERTO CASADO – **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada** – (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras) – O nome da Rosa, 2ª Edição - São Paulo, 2001.

LUCINI, H.C. Cyrela: **Coordenação modular de projetos. Conceitos básicos da coordenação modular aplicada e o processo de lançamento de projeto**. São Paulo, 2002 (não publicada)

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à administração** / Antonio Cesar Amaru Maximiano. – 5. ed. rev. e ampl. – São Paulo : Atlas, 2000.

MANNESCHI, Karen. **Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada**. ed. rev. – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2010. 102p.

MELHADO, SILVIO BURRATTINO – **Coordenação de projetos de edificações**. 1ª edição. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005, 115p.

MELHADO, SILVIO BURRATTINO e AQUINO, JANAYNA – **Estudos de caso sobre desenvolvimento e utilização de projetos para produção de vedações verticais**. São Carlos, 2006.

PEÑA, Monserrat Dueñas – **Método para a elaboração de projetos para a produção de vedações verticais em alvenaria**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - São Paulo, 2003. 160p.

PENTEADO, A. F. **Coordenação Modular**. 1980. 301p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

PERALTA, Antonio Carlos. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 133p.

ROSSO, TEODORO - **Racionalização na Construção**. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAU, 1980.

SABBATINI, FERNANDO HENRIQUE - **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – Formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1989. 207p.

SABBATINI, FERNANDO HENRIQUE - **O processo de vedações verticais: característica e importância para a racionalização do processo de produção**. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.: 1998: São Paulo) – Anais; ed. Por F.H. Sabbatini, M.M.S.B de Barros, J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998 b. p.01-19.

SABBATINI, FERNANDO HENRIQUE – Disciplina - **Tecnologia de produção de vedos e revestimentos**. - Curso de MBA- TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da USP – 12ª Turma. São Paulo, 2011.

SABBATINI, FERNANDO HENRIQUE – Disciplina - **Tecnologia de Produção de Estrutura de Concreto Armado** - Curso de MBA- TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da USP - 12ª Turma. São Paulo, 2011.

SILVA, MARGARETE MARIA DE ARAÚJO – **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. Tese (Mestrado) - Escola Politécnica da USP - São Paulo, 2003. 167p.

SOUZA, JULIO CESAR SABADINI DE – **Metodologia de análises e seleção de inovações tecnológicas na construção de edifícios**. São Paulo – 2003.

SVM GLASSER (Sistema de Vedação Modular) – **Diretrizes para os projetos de alvenaria**. Versão 4 – outubro de 2002. – não publicado.

ZAIDAN, EDUARDO (Valor Econômico) – **Título: Construção civil deverá crescer até 4% em 2013, projeta Sinduscon**. São Paulo, 28 de Novembro de 2012. Material disponível no website: <http://www.valor.com.br/brasil/2921038/construcao-civil-devera-crescer-ate-4-em-2013-projeta-sinduscon-sp>.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

BARROS, MERCIA MARIA SEMENSATO BOTTURA DE - **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo – 1996.

ROSSO, T. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAU, 1976.