ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana – TGP

ANA CRISTINA CATAI CHALITA

ESTRUTURA DE UM PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO

São Paulo
2010

ANA CRISTINA CATAI CHALITA

ESTRUTURA DE UM PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia

São Paulo

2010

ANA CRISTINA CATAI CHALITA

ESTRUTURA DE UM PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Área de concentração:

Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientador: Prof° Dr. Fernando Henrique Sabbatini

São Paulo

2010

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 28 de junho de 2010.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Chalita, Ana Cristina Catai
Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção / A.C.C. Chalita. -- ed.rev.-- São Paulo, 2010.
p.251

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Planejamento da produção 2. Industrialização 3. Racionalização da construção 4. Projeto simultâneo I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

A todos que acreditam ser possível aplicar a verdadeira engenharia na produção de edifícios.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando Henrique Sabbatini, pela orientação, pelos inúmeros ensinamentos, pela paciência, pela dedicação e especialmente pela confiança e amizade. Foi um grande privilégio conviver com um profissional sempre à frente do seu tempo.

À Dra. Maria Angélica Covelo e Silva e ao Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso pelas contribuições e pelo direcionamento da pesquisa provenientes das considerações feitas na banca de qualificação. A sua orientação foi fundamental à conclusão do trabalho.

Aos professores Mércia Bottura de Barros, Luiz Sérgio Franco, Silvio Melhado e Ubiraci Espinelli Lemes de Souza pelos ensinamentos e pela oportunidade de participar do curso de pós-graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foi muito gratificante retornar à Escola depois de vinte anos.

Aos demais professores da pós-graduação pela disposição em promover a busca constante de novos conhecimentos.

Á Janete, Wandréa e Fátima Bernardes, pela disposição em ajudar prontamente sempre que solicitadas.

Aos colegas do curso de pós-graduação com os quais dividi alegrias e angústias, que me deram dicas e que hoje posso chamar de amigos: Viviane Araújo, Ricardo Oviedo e Karen Maneschi.

Ao eng. Alexandre Amado Britez, pelas informações sobre como trilhar o caminho das pedras, desde o ingresso no programa de mestrado.

À engª Cynthia Barbieri Diesel Munhoz, amiga querida, companheira de trabalhos acadêmicos e profissionais, pela coragem de ir atrás de seus objetivos, por seu constante apoio, assessoria, e amizade.

À arquiteta Mayla Carvalho, sem a qual o desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível. Sua inteligência, disposição e capacidade de realizar foram fatores determinantes do sucesso deste projeto.

À Maira Faria e à Denise Lujan pelo apoio na formatação do trabalho e ao tio Marco Antonio Catai pela revisão do texto.

Aos engenheiros George Zausner e Antonio Carlos Zorzi por possibilitarem minha participação curso de mestrado e permitirem a utilização de dados da empresa na pesquisa desenvolvida.

Ao meu amigo Álvaro Nogueira, por abrir as portas para visitas em suas obras.

À minha sogra Vera por seu constante carinho e atenção, sempre me mandando um "lanchinho" quando faltava aos almoços de família para escrever a dissertação.

Às minhas irmãs e cunhados, que já passaram por isso, pela força e incentivo.

Ao meu pai Carlos Alberto Chalita, pela educação recebida e pelos princípios de honestidade, justiça e respeito ao próximo. Obrigada por ter despertado em mim a vontade e o orgulho de ser engenheira civil.

À minha mãe Soeli, pela dedicação, disponibilidade, incentivo nas horas difíceis e principalmente por mostrar que somos capazes de vencer as batalhas mais difíceis, desde que nos entreguemos de corpo e alma e acreditemos na nossa capacidade.

Aos meus filhos Carolina e Felipe, que foram privados de horas de brincadeira e atenção durante esses três anos e esperaram pacientemente a conclusão deste trabalho.

Especialmente ao Ricardo, companheiro de longos anos e de todas as horas. Agradeço a paciência, a compreensão da ausência, o apoio, o amor dedicado e a preocupação comigo. *"Eu não existo longe de você"*

Por fim agradeço a Deus.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo apresentar a estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento da eficiência na produção e ainda ilustrar a estrutura proposta por meio de exemplos reais de implantação de projetos para produção de alvenarias de vedação.

Inicialmente discorre-se sobre as características da indústria da construção civil e as ações que têm sido tomadas rumo à sua industrialização. São apresentados os conceitos de processos construtivos tradicionais, processos construtivos racionalizados, processos construtivos industrializados, inovações incrementais, processos de produção, sistemas de produção e construtibilidade.

Aborda-se ainda a inserção dos projetos para produção no ciclo de vida do empreendimento e sua importância como integrador do sistema de produção.

Adicionalmente é apresentado o escopo desejável para o projeto para produção, destacando-se sua potencialidade como ferramenta indutora da vantagem competitiva das construtoras e é elaborada uma nova definição para projeto para produção.

A partir da análise crítica dos projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado, complementada pela experiência desta autora e pela revisão bibliográfica realizada, são identificadas oportunidades de melhoria e é feita a proposta de uma estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento da eficiência na produção.

Conclui-se com a análise do atendimento aos objetivos propostos, a influência e as dificuldades previstas na implantação de projetos para produção de alvenarias de vedação em empresas construtoras.

Palavras-chave: Projetos para Produção. Gestão de Processos (Construção Civil). Industrialização.

ABSTRACT

This dissertation presents a structure of design for production of partition walls approaching constructability and increase of efficiency in production. The proposed structure is illustrated by means of real examples.

The construction industry characteristics are described as well as the actions of the construction community in order to develop its actual stage of industrialization. The main concepts related to building production systems as rationalization, industrialization, project-based production systems, construction technology development, buildability and constructability are presented.

The concept of an integrated design of product and process provided by the early insertion of the design for production in the development of new projects is discussed pointing out its importance as a production system integrator.

Additionally, the desirable scope of design for production of partition walls is presented, indicating its potentiality as an inductive tool for providing competitive advantage for constructors. A new definition for design for production is proposed.

A critical analysis of the current design for production of partition walls, available in the Brazilian building construction market, based on a review of the literature, on the professional experience of this author and on case studies experience leads to the definition of the proposed structure.

Keywords: Design for Production. Partition Walls. Process Management (Civil Construction). Industrialization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Metodologia da Pesquisa 26
Figura 2.1 Sistema de Produção Industrial de Bens 41
Figura 2.2 Potencial de Influência no custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases 53
Figura 2.3 A Chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento 54
Figura 3.1 Objetivo do Projeto para Produção de Vedações Verticais 62
Figura 3.2 Quadro Comparativo de elementos do PPVV 72
Figura 3.3 Planta de locação de Paredes – E1 81
Figura 3.4 Detalhe ampliado de locação de paredes – E1 81
Figura 3.5 Planta de marcação de primeira fiada – E1 82
Figura 3.6 Detalhe ampliado de marcação de primeira fiada – E1 83
Figura 3.7 Planta de Locação de elétrica – E1 84
Figura 3.8 Detalhe ampliado de locação elétrica – E1 85
Figura 3.9 Planta de locação de hidráulica – E1 86
Figura 3.10 Detalhe ampliado de locação de hidráulica – E1 86
Figura 3.11 Detalhe de fixação de tela em pilar – E1 88
Figura 3.12 Detalhe de encontro bloco x pilar – E1 88
Figura 3.13 Detalhe de encontro bloco x bloco 88
Figura 3.14 Detalhe de junta horizontal – E1 88
Figura 3.15 Detalhe de sentido do assentamento dos blocos – E1 88
Figura 3.16 Preparo do bloco elétrico – E1 88
Figura 3.17 Pontos de elétrica 89
Figura 3.18 Detalhe de peças especiais – E1 90
Figura 3.19 Detalhe de vergas – E1 90
Figura 3.20 Detalhe de contravergas – E1 90
Figura 3.21 Detalhe de pré-moldados – E1 90
Figura 3.22 Detalhe de modulação – E1 91
Figura 3.23 Identificação de paredes – E1 92
Figura 3.24 Elevação de Paredes – E1 93

Figura 3.25 Elevação de Paredes – E1 93
Figura 3.26 Planta de modulação de primeira fiada em alvenaria – E2 98
Figura 3.27 Detalhe ampliado da modulação de primeira fiada de alvenaria – E2 98
Figura 3.28 Detalhe ampliado da amarração entre paredes e entre paredes e estrutura – E2 99
Figura 3.29 Planta de modulação de segunda fiada – E2 101
Figura 3.30 Detalhe ampliado de modulação segunda fiada – E2 101
Figura 3.31 Especificação das Telas 102
Figura 3.32 Procedimentos para aplicação 102
Figura 3.33 Tipologia das telas utilizadas no projeto recomendações de uso 102
Figura 3.34 Quantitativo de blocos para segunda fiada do pavimento tipo – E2 104
Figura 3.35 Planta de pontos hidráulicos em laje – E2 106
Figura 3.36 Detalhe ampliado de pontos hidráulicos em laje – E2 106
Figura 3.37 Detalhe ampliado de pontos hidráulicos em laje cotados a partir das paredes – E2 107
Figura 3.38 Detalhe ampliado de cotas dos pontos hidráulicos em referência ao piso acabado 107
Figura 3.39 Planta de pontos elétricos em laje – E2 108
Figura 3.40 Detalhe ampliado de pontos elétricos em laje – E2 108
Figura 3.41 Altura dos pontos em relação ao piso sem acabamento – E2 109
Figura 3.42 Detalhe ampliado da altura dos pontos 109
Figura 3.43 Planta de caminhamento de tubulações elétricas – E3 115
Figura 3.44 Detalhe ampliado caminhamento de tubulações elétricas – E3 116
Figura 3.45 Planta de furações hidráulicas – E3 117
Figura 3.46 Detalhe ampliado furações hidráulicas – E3 117
Figura 3.47 Tubulações 117
Figura 3.48 Detalhe ampliado passante em laje 118
Figura 3.49 Planta de primeira fiada – E3 119
Figura 3.50 Detalhe ampliado de planta de primeira fiada – E3 119
Figura 3.51 Planta de segunda fiada – E3 121
Figura 3.52 Detalhe ampliado de planta de segunda fiada 121

Figura 3.53 Considerações gerais,altura dos pontos elétricos e legenda- E3 122
Figura 3.54 Especificação dos blocos 123
Figura 3.55 Especificação de telas metálicas 124
Figura 3.56 Orientação sobre colocação e telas metálicas 124
Figura 3.57 Execução de vãos de janela 125
Figura 3.58 Execução de vãos de porta 125
Figura 3.59 Detalhamento de execução de vergas 126
Figura 3.60 Padronização de caixinhas elétricas – E3 127
Figura 3.61 Modulações verticais e altura dos pontos hidráulicos- E3 130
Figura 3.62 Modulação vertical ampliada – E3 130
Figura 3.63 Altura de pontos hidráulicos – E3 131
Figura 3.64 Elevações e paredes – E3 132
Figura 3.65 Ampliação das elevações de paredes 132
Figura 3.66 Quantitativos de blocos por parede 134
Figura 3.67 Quadro resumo dos PPAV - E1, E2 e E3 parte 1 139
Figura 3.67 Quadro resumo dos PPAV - E1, E2 e E3 parte 2 140
Figura 4.1 Inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento 156
Figura 4.2 Planta do apartamento tipo comentada 157
Figura 4.3 Relatório de análise de projeto R0 158
Figura 4.4 Ata de reunião – protótipo de alvenaria 162
Figura 4.5 Ciclo do PDCA 163
Figura 4.6 Processo de desenvolvimento do projeto durante o ciclo de vida do empreendimento 164
Figura 4.7 Imagem da Fachada 165
Figura 4.8 Implantação do empreendimento 165
Figura 4.9 Caminhamento de tubulações elétricas 168
Figura 4.10 Detalhe ampliado – caminhamento de tubulações elétricas 168
Figura 4.11 Planta de furações hidráulicas 170
Figura 4.12 Detalhe ampliado 170
Figura 4.13 Legenda e Observações 171
Figura 4.14 Planta de primeira fiada 172
Figura 4.15 Detalhe ampliado 173

Figura 4.16 Planta de segunda fiada 174
Figura 4.17 Detalhe ampliado 174
Figura 4.18 Família de Blocos 175
Figura 4.19 Especificação de telas de amarração 176
Figura 4.20 Dosagem de areia para argamassa produzida em canteiro de obra 176
Figura 4.21 Dosagem de argamassa 177
Figura 4.22 Traço de argamassa para alvenaria 177
Figura 4.23 Procedimento executivo de marcação de marcação de alvenaria 179
Figura 4.24 Procedimento executivo de elevação de alvenaria 179
Figura 4.25 Definição do critério de escoramento permanente 180
Figura 4.26 Procedimento executivo de execução de tubulação seca em alvenaria 181
Figura 4.27 Detalhes de passagem elétrica na alvenaria 181
Figura 4.28 Procedimentos para furação em laje para passagens hidráulicas 182
Figura 4.29 Procedimento para interface com prumadas hidráulicas/shafts 182
Figura 4.30 Detalhes construtivos – encontro bloco x pilar e fixação de telas 183
Figura 4.31 Detalhes construtivos – amarração entre paredes e execução dos peitoris e vãos 183
Figura 4.32 Detalhes Construtivos – execução de vãos de porta 184
Figura 4.33 Padronização de alturas de pontos elétricos 184
Figura 4.34 Legenda 185
Figura 4.35 Modulação Vertical 185
Figura 4.36 Detalhe ampliado da modulação vertical 186
Figura 4.37 Planta de identificação de paredes 187
Figura 4.38 Detalhe ampliado da planta de identificação de paredes 187
Figura 4.39 Elevação das paredes 2 e 3 188
Figura 4.40 Elevação da parede 134 188
Figura 4.41 Diretrizes para definição de contravergas 189
Figura 4.42 Quantitativos de contravergas 190
Figura 4.43 Quantitativo de vergas 190
Figura 4.44 Projeto para central de produção de vergas e contravergas 191
Figura 4.45 Detalhe da forma para vergas e contravergas 186

Figura 4.46 Padronização da locação das caixinhas elétricas nos blocos 193
Figura 4.47 Relação de bloco elétrico para cada espessura de bloco 193
Figura 4.48 Projeto de gabaritos para produção de blocos elétricos 194
Figura 4.49 Projeto de central de blocos elétricos 195
Figura 4.50 Sumário de materiais 196
Figura 4.51 Padronização de pallets 197
Figura 4.52 Quantitativo de blocos por pavimento tipo 198
Figura 4.53 Quantitativos de blocos e telas por pavimento tipo 199
Figura 4.54 Planta de canteiro com identificação áreas estoque e posição cremalheira 200
Figura 4.55 Planta de canteiro com área de descarga, estoque e elevador cremalheira 200
Figura 4.56 Exemplo de áreas de estoque e centrais de produção 201
Figura 4.57 Locação de equipamentos e estoque no tipo 202
Figura 4.58 Distribuição de blocos para execução da marcação no pavimento tipo 203
Figura 4.59 Tabela de cálculo de quantitativos de paredes e blocos 204
Figura 4.60 Detalhamento do ciclo de produção do pavimento tipo 205
Figura 4.61 Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets – 1º dia 206
Figura 4.62 Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets – 4º dia 207
Figura 4.63 Detalhe ampliado da relação de pallets – 4º dia 207
Figura 4.64 Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets 209
Figura 4.65 Detalhe ampliado 209
Figura 4.66 Identificação dos pallets de blocos elétricos 210
Figura 4.67 Identificação dos pallets de blocos elétricos 210
Figura 4.68 Planta de acompanhamento da produção 211
Figura 4.69 Planta de acompanhamento da produção preenchida 212
Figura 4.70 Tabela controle e aceitação dos serviços de marcação 213
Figura 4.71 Tabela controle e aceitação dos serviços de elevação 214
Figura 4.72 Tabela controle e aceitação dos serviços de fixação 214

Figura 4.73 Gestão para implantação do PPAV 216
Figura A1 Capa 238
Figura A2 Família de blocos 238
Figura A3 Dimensões de peças e tolerâncias coordenação modular 238
Figura A4 Dimensões de peças e tolerâncias coordenação modular 238
Figura A5 Definição de banheiro padrão – dimensões 239
Figura A6 Definição de banheiro padrão – distância entre peças sanitárias 239
Figura A7 Diretrizes para projeto de instalações hidráulicas 240
Figura A8 Escopo para elaboração de projetos de vedações 241
Figura A9 Procedimento executivo desenvolvido 242
Figura A10 Procedimento executivo desenvolvido 242
Figura A11 Detalhe ampliado - fechamento de shafts hidráulicos 243
Figura A12 Instalação de kits hidráulicos em paredes de gesso acartonado 245
Figura A13 Lista de verificação de projeto para produção de vedações 246
Figura A14 Detalhamento da rede aérea de esgoto – fabricação 247
Figura A15 Detalhamento da rede aérea de esgoto – montagem 248
Figura A16 Planta de identificação de níveis 249
Figura A17 Planta de Mapeamento 249
Figura A18 Planta de detalhamento de interfaces 249
Figura A19 Relação de Pallets 251

LISTA DE FOTOS

Foto - 3.1 Marcação de primeira fiada – E1 83
Foto - 3.2 Marcação de primeira fiada – E1 83
Foto - 3.3 Elevação de paredes – E1 94
Foto - 3.4 Elevação de paredes – E1 94
Foto - 3.5 Elevação de parede – E1 - Utilização do PPAV pela equipe de produção 94
Foto - 3.6 Marcação de primeira fiada de alvenaria – E2 100
Foto - 3.7 Marcação de primeira fiada de alvenaria – E2 100
Foto - 3.8 Telas de amarração entre paredes – E2 103
Foto - 3.9 Telas de amarração entre estrutura e alvenaria – E2 103
Foto - 3.10 Pallets de blocos distribuídos no andar tipo – E2 104
Foto - 3.11 Elevação de alvenaria externa – E2 105
Foto - 3.12 Elevação de alvenaria externa – E2 105
Foto - 3.13 Tubulação elétrica em laje – E2 110
Foto - 3.14 Instalação elétrica em alvenaria – E2 110
Foto - 3.15 Detalhe de instalação da caixinha elétrica – E2 111
Foto - 3.16 Passante de hidráulica em laje 118
Foto - 3.17 Execução de primeira fiada pavimento tipo – E3 120
Foto - 3.18 Execução de primeira fiada pavimento tipo – E3 120
Foto - 3.19 Fixação de tela metálica em estrutura 124
Foto - 3.20 Execução de verga em porta – E3 126
Foto - 3.21 Execução de elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3 128
Foto - 3.22 Detalhe engate de tubulação e caixas elétricas – E3 128
Foto - 3.23 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.24 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.25 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.26 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.26 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.28 Produção de blocos elétricos – E3 129
Foto - 3.29 Elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3 133

Foto - 3.30 Elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3 133
Foto – 4.1 Reunião de planejamento em canteiro de obras 160
Foto – 4.2 Reunião de Protótipo 161
Foto – 4.3 Reunião de Protótipo 161
Foto – 4.4 Tubulação elétrica embutida em laje 169
Foto – 4.5 Passantes instalados em laje 171
Foto – 4.6 Central de produção de vergas e contravergas 192
Foto – 4.7 Gabaritos para fabricação de blocos elétricos 194
Foto – 4.8 Gabaritos para fabricação de blocos elétricos 194
Foto – 4.9 Centrais de produção de blocos elétricos 195
Foto – 4.10 Centrais de produção de blocos elétricos 195
Foto – 4.11 Descarga de material em doca projetada 201
Foto – 4.12 Estoque de material e posicionamento da argamassadeira no pavimento tipo 202
Foto – 4.13 Execução de paredes – 4º dia 208
Foto – 4.14 Distribuição de pallets no pav. tipo 209
Foto – 4.15 Controle de produção de blocos elétricos 212
Foto – A1 Paredes de quadros elétricos 243
Foto – A2 Fabricação de kits hidráulicos 244
Foto – A3 Fabricação de kits hidráulicos 244
Foto – A4 Instalação de Kits Hidráulicos 245
Foto – A5 Instalação de Kits Hidráulicos 245
Foto – A6 Tubulação aérea executada de acordo com o projeto para produção 248
Foto – A7 Sistema Kanban adaptado 251

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
ABRASIP	Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
ASCE	American Society of Civil Engineers
BRSIA	Building Services Research and Information Association
BTC	Banco de Tecnologia Construtiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CIB	International Council for Building, Studies and Documentation
CIDB	Construction Industry Development Board
CII	Construction Industry Institute
E – CORE	European Construction Research Network
GEPE–TGP	Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil da Escola Politécnica da USP
PIB	Produto Interno Bruto
PPAV	Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação
PPVV	Projeto para Produção de Vedações Verticais
PSP	Projeto do Sistema de Produção
SECOVI	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SINDINSTALAÇÃO	Sindicato da Indústria da Instalação do estado de São Paulo

SUMÁRIO

Lista de Figuras, i
Lista de Fotos, vii
Lista de Abreviaturas e Siglas, ix

1 INTRODUÇÃO 23
1.1 JUSTIFICATIVAS 23
1.2 OBJETIVOS 25
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA 26
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 28

2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E PROJETO PARA PRODUÇÃO 33
2.1 A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL 34
2.2 O PROJETO PARA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL 44

3 O PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO 58
3.1 OS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO 59
3.2 OS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS 74
3.2.1 Conteúdo e Representação Gráfica 76
3.2.2 Interfaces com a produção e com outras áreas da empresa 77
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS VISITADOS E SUA FORMA DE UTILIZAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS 78
3.3.1 Empreendimento E1 79
3.3.1.1 Planta de locação de paredes 80
3.3.1.2 Planta de marcação de primeira fiada 82
3.3.1.3 Planta de locação de elétrica 84

3.3.1.4 Planta de locação de hidráulica 85
3.3.1.5 Caderno de Elevações e Detalhes 87
3.3.1.5.1 Detalhes Construtivos 87
3.3.1.5.2 Elevações das Paredes 92
3.3.1.6 Utilização do PPAV pela equipe de produção 95
3.3.2 Empreendimento E2 97
3.3.2.1 Planta de modulação de primeira fiada de alvenaria 97
3.3.2.2 Planta de modulação de segunda fiada de alvenaria 101
3.3.2.3 Planta de pontos hidráulicos em laje 106
3.3.2.4 Planta de pontos elétricos em laje 108
3.3.2.5 Utilização do PPAV pela equipe de produção 111
3.3.3 Empreendimento E3 114
3.3.3.1 Planta de caminhamento de tubulações elétricas 115
3.3.3.2 Planta de furações hidráulicas 116
3.3.3.3 Planta de primeira fiada 118
3.3.3.4 Planta de segunda fiada 121
3.3.3.5 Considerações gerais, altura de pontos elétricos e legenda das elevações 122
3.3.3.6 Modulações verticais e altura dos pontos hidráulicos 130
3.3.3.7 Folhas de elevações 132
3.3.3.8 Quantidades de material 134
3.3.3.9 Utilização do PPAV pela equipe de produção 134
3.4 ANÁLISE CRÍTICA DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO IMOBILIÁRIO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA 138
3.4.1Inserção do PPAV no ciclo de vida do empreendimento 141
3.4.2O Autor do Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação 142
3.4.3 Interfaces do PPAV com os demais subsistemas e com a produção 143
3.4.4O Conteúdo do PPAV e o Planejamento dos Serviços 149
3.4.5 Utilização do PPAV pela Equipe de Produção 151

4 PROPOSTA DE ESTRUTURA DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO 153
4.1 PROPOSTA DE FORMA DE INSERÇÃO DO PPAV NO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO 155
4.2 PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA DE PROJETO PARA A PRODUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO 165
4.2.1 Grupo 1 - Plantas 166
4.2.1.1 Planta de caminhamento de tubulações elétricas 166
4.2.1.2 Planta de furações hidráulicas 169
4.2.1.3 Planta de primeira fiada 172
4.2.1.4 Planta de segunda fiada 173
4.2.2 Grupo 2 – Caderno de Elevações 175
4.2.2.1 Características dos materiais e componentes 175
4.2.2.1.1 Família de blocos utilizados 175
4.2.2.1.2 Especificação das telas de amarração 176
4.2.2.1.3 Definição das argamassas de marcação, elevação e fixação 176
4.2.2.2 Recomendações técnicas e detalhes construtivos 178
4.2.2.2.1 Características do processo construtivo 178
4.2.2.2.2 Técnicas de execução 178
4.2.2.2.3 Técnicas construtivas para execução de interfaces com demais subsistemas 180
4.2.2.2.4 Detalhes construtivos 183
4.2.2.3 Modulação vertical 185
4.2.2.4 Planta de identificação de paredes 186
4.2.2.5 Elevações 187
4.2.3 Grupo 3 – Caderno de Fabricação de Peças Especiais 189
4.2.3.1 Quantitativo de Vergas e Contravergas 189
4.2.3.2 Projeto de Central de Produção de Vergas e Contravergas 191
4.2.3.3 Quantitativo de Blocos Elétricos 192
4.2.3.4 Projeto de Central de Produção de Blocos Elétricos 194

4.2.4 Grupo 4 – Caderno de Planejamento 195
4.2.4.1 Sumário de Materiais 196
4.2.4.2 Disposição dos blocos para transporte e armazenagem 197
4.2.4.3 Quantitativos de blocos e telas por pavimento tipo 198
4.2.4.4 Planta do Canteiro 199
4.2.4.5 Planta de locação de equipamentos e estoque no pavimento tipo 202
4.2.4.6 Planta de distribuição da produção - Marcação 203
4.2.4.7 Dimensionamento da equipe para execução dos serviços 203
4.2.4.8 Planta de distribuição geral da produção 204
4.2.4.9 Plantas de distribuição da Produção 206
4.2.5 Caderno de Monitoramento da Produção 210
4.2.5.1 Planta de Acompanhamento da Produção 211
4.2.5.2 Tabelas para Acompanhamento da Produção de Peças Especiais 212
4.2.5.3 Tabelas de Controle de Qualidade e Aceitação dos serviços 213
4.3 PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE GESTÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DOS PPAV 215

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 222
REFERÊNCIAS 227
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 233
APÊNDICE - O IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO PPAV EM OUTROS SUBSISTEMAS DA EDIFICAÇÃO 237

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVAS

A necessidade de sobrevivência em um mercado altamente competitivo, como o mercado da construção civil no Brasil, fez com que as construtoras buscassem uma forma de reduzir custos de construção de modo a atender às necessidades de retorno dos investidores e manter a atratividade do setor.

Apresentar custos mais competitivos pela redução dos padrões de qualidade não é uma estratégia que garante a permanência das empresas construtoras no mercado de construção civil. É preciso alcançar menores custos aumentando eficiência e obtendo eficácia, isto é, transformando o atual processo artesanal de produção em um processo industrializado.

Segundo Meregaglia (citado por Ordonez, 1974), industrializar a construção civil significa transformar a empresa de construção de mentalidade artesanal em uma verdadeira indústria.

Enquanto em países desenvolvidos industrializar a construção civil habitacional é sinônimo de pré-moldar a edificação em fábrica e apenas realizar operações de montagem em canteiros de obra, industrializar a construção civil no Brasil é sinônimo de fazer com que os processos artesanais evoluam através de inovações incrementais até alcançarem status de processos industriais, sem a obrigatoriedade de alteração na tecnologia empregada.

“Em qualquer setor industrial a qualidade é resultante de um processo cujo domínio está centrado na engenharia, de projeto e de produção”, e para garantir qualidade na indústria da construção civil, “(...) é necessário mudar a organização do processo de produção de forma a manter o domínio do mesmo tão e somente no nível da engenharia.” (Sabbatini,1998,p.4).

Quando ocorre o domínio do processo pela engenharia, parte-se do princípio que as tomadas de decisão são sistêmicas voltadas para a obtenção da máxima eficiência do processo e do melhor desempenho do produto, otimizando-se o uso de recursos.

Para que se obtenha maior eficiência, traduzida por menores custos; e eficácia (atendimento ao desempenho especificado, à qualidade requerida e ausência de manifestações patológicas) não basta racionalizar e aperfeiçoar processos construtivos isoladamente; é preciso que o processo de produção seja conduzido totalmente pelo projeto construtivo.

Analisando-se os diversos subsistemas que compõem o edifício, observa-se que a vedação vertical (subsistema constituído pelos vedos, revestimentos e esquadrias) ocupa posição estratégica no edifício devido à sua interface com grande parte dos demais subsistemas da edificação, tais como: estrutura, instalações, vedações horizontais e impermeabilização, entre outros.

A posição que a vedação vertical ocupa na edificação em função das suas interfaces, faz com que seja um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra, desta forma, a falta de planejamento ou um mau planejamento da produção das vedações verticais ocasiona interferências entre serviços, retrabalho e desperdícios.

Essa posição é reforçada por Silva (2003) que afirma: “tendo em vista a importância estratégica dos serviços de execução das alvenarias pela grande influência que exerce na execução de vários outros serviços, a introdução dos conceitos e procedimentos da racionalização construtiva, pode ser um passo decisivo para a organização das atividades de projeto e de produção de um edifício e, por conseqüência, para a evolução de suas técnicas, métodos e processos construtivos, refletindo diretamente na estrutura organizacional da empresa como um todo”.

Complementando o raciocínio com a afirmativa de Franco (1998) de que “além de condicionar fortemente o desempenho do edifício, sua posição, que possui interfaces com os revestimentos, esquadrias, instalações prediais, impermeabilização e estrutura, faz com que sua otimização seja fundamental para a

racionalização do edifício como um todo (...) e os ganhos advindos da racionalização da vedação vertical não são só obtidos na execução das paredes ou painéis, mas também em todos os subsistemas que lhe fazem interface. Estas interfaces, por outro lado, quando mal resolvidas são fontes constantes de desperdícios, retrabalhos e de problemas patológicos".

Por outro lado, investindo-se no aperfeiçoamento desse subsistema, tanto no que se refere a desenvolvimento tecnológico de componentes e técnicas construtivas quanto nos projetos para produção, podem-se influenciar os demais subsistemas da edificação e promover avanços consideráveis no processo de produção dos edifícios.

A utilização, em larga escala no Brasil, do processo construtivo composto por: estrutura reticulada de concreto armado e vedos em alvenaria, para a construção de edifícios multipavimentos, aliada ao fato dos diversos trabalhos desenvolvidos sobre projetos para a produção de alvenarias de vedação não apresentarem informações referentes à logística e transporte de materiais, *layout* de canteiro, planejamento da execução dos serviços e produtividade, levou à consideração que seria interessante investir em pesquisa relacionada ao planejamento da produção da alvenaria de vedação visando aumento de eficiência na sua produção.

O presente trabalho objetiva desenvolver um projeto para a produção de alvenarias de vedação que cumpra integralmente a função para a qual foi criado, servindo como ferramenta de integração entre os subsistemas da edificação e entre as equipes de concepção, projeto e execução de obras, podendo se tornar instrumento de vantagem competitiva da construtora; além de incentivar o desenvolvimento de projetos para produção dos demais subsistemas da edificação .

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção

Um segundo objetivo é o de ilustrar o uso do modelo de projeto proposto através de exemplos reais de implantação do PPAV em empresa construtora atuante no mercado da construção civil habitacional.

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada nesta pesquisa é composta basicamente por cinco etapas, sendo que as duas primeiras ocorreram simultaneamente e as três últimas de forma seqüencial, conforme figura abaixo.

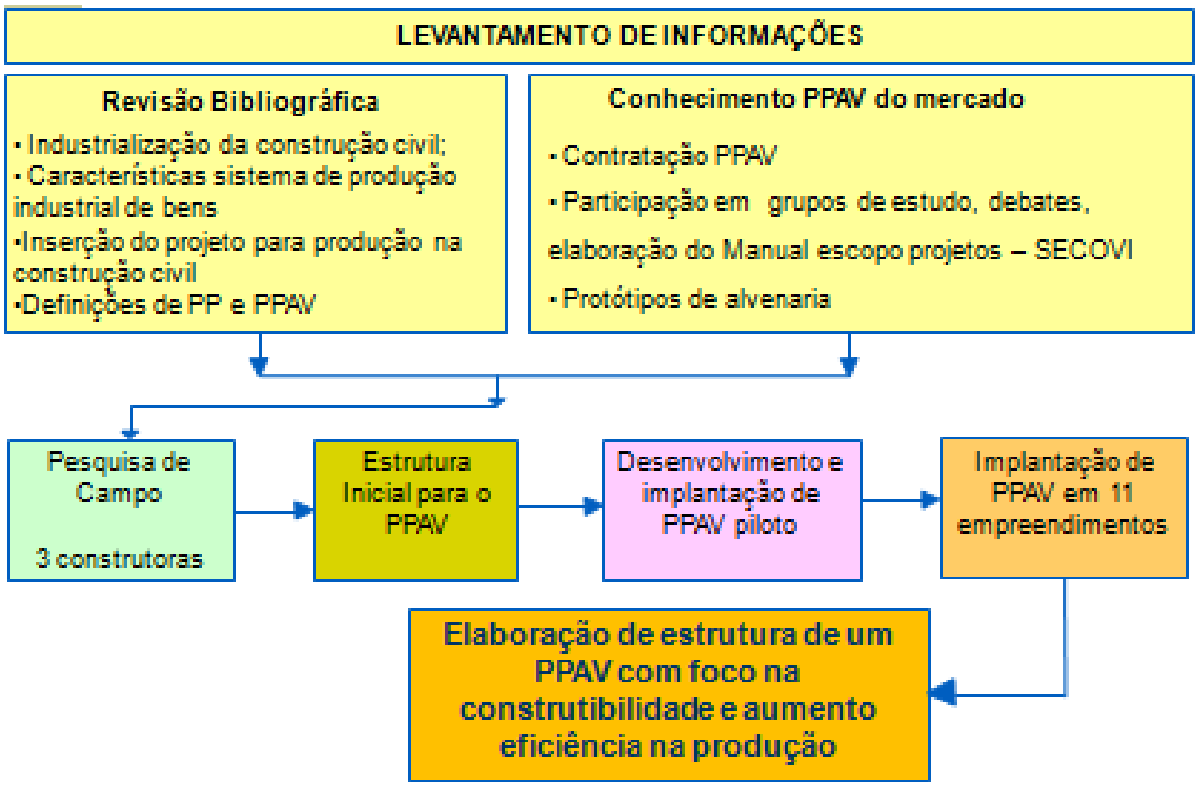


Figura 1 – Metodologia da Pesquisa

As duas primeiras etapas referem-se à revisão bibliográfica e ao conhecimento dos projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado de construção civil habitacional.

A revisão bibliográfica objetivou a obtenção de embasamento teórico acerca do tema e a consolidação das informações disponíveis. O levantamento bibliográfico foi baseado na consulta de livros, dissertações, teses e periódicos, obtidos em bancos de dados, como o Infohab, Dedalus, Science Direct, ISI Web of Knowledge, CAPES, SECOVI, CII, ASCE, dentre outros, e nas bibliotecas de universidades e institutos de pesquisa.

Paralelamente à revisão bibliográfica ocorreu a atualização do conhecimento da autora acerca dos projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado da construção civil habitacional de edifícios multipavimentos. Essa atualização do conhecimento se deu mediante atividades realizadas profissionalmente por esta autora, tais como: contratação de projetos para produção de alvenarias de vedação; participação em grupos de estudo e debates referentes ao assunto; participação na elaboração do manual de escopo de projetos e serviços de vedações verticais e revestimentos, que faz parte do conjunto de Manuais e Escopos de Projetos e Serviços para a Indústria Imobiliária [1]; e ainda através de acompanhamento de protótipos de vedações de diversos empreendimentos, cujos projetos foram desenvolvidos por diferentes empresas especializadas em projetos para produção.

Para o desenvolvimento da terceira etapa, que se constituiu de pesquisa de campo em empresas construtoras atuantes no mercado imobiliário de São Paulo, foi implementada uma pesquisa qualitativa.

Segundo Daly *et al.* (2007), as pesquisas qualitativas devem descrever sistematicamente o processo da pesquisa, incluindo a definição do marco teórico, a especificação do processo de amostragem, a descrição da forma de coleta e análise dos dados e a relação destas com as conclusões da pesquisa.

---

[1] MANUAIS DE ESCOPO DE PROJETOS E SERVIÇOS. Conjunto de manuais voltados para todas as áreas de projeto de todas as disciplinas necessárias à realização dos empreendimentos imobiliários.

As empresas objeto da amostra foram escolhidas por estarem consolidadas no mercado imobiliário de edifícios de São Paulo, por apresentarem volume de empreendimentos em execução, pela facilidade de acesso às informações por parte da autora, por construírem edifícios multipavimentos em estrutura reticulada de concreto armado e alvenaria racionalizada e finalmente por serem empresas que contratam e utilizam PPAV na construção de seus empreendimentos.

A coleta de dados se deu através de entrevistas e visitas em canteiro de obras. Foram visitadas diversas obras de três construtoras, com o objetivo de verificar o emprego do projeto para produção de alvenarias de vedação, como ele hoje está concebido, na prática e sua forma de inserção no ciclo de vida do empreendimento.

Foram entrevistados por um lado, gestores: Empresa 1 - Diretor de engenharia; Empresa 2 - Gerente de obras; Empresa 3 - Gerente de obras.

Os gestores indicaram os interlocutores que soubessem responder os seguintes questionamentos: 1 – Em que momento é contratado o PPAV; 2 – Quem desenvolve o PPAV; 3 – Qual é o escopo do PPAV; 4 – Como o PPAV é implementado e utilizado na obra.

Por outro lado, nas visitas em canteiros de obras foram entrevistados engenheiros residentes de obra, encarregados do serviço e pedreiros, iniciando-se a entrevista com o engenheiro no escritório da obra, dando continuidade nas frentes de serviço com o encarregado e os pedreiros executores, com objetivo de constatar na prática as informações obtidas.

Ao engenheiro foram dirigidas perguntas sobre a utilização do PPAV por ele e pela equipe e que importância davam ao PPAV, bem como questões sobre: planejamento de serviços, aquisição de materiais, definição de prazos, participação no desenvolvimento dos projetos, autor do PPAV e realização de protótipos e mudanças no PPAV.

Os encarregados responderam questões referentes à utilização do PPAV e à interação com o projeto, planejamento dos serviços, logística de transporte de materiais e atendimento às metas de produção pré-definidas.

Já a abordagem utilizada com os pedreiros se referiu à utilização do PPAV (se já havia utilizado ou se era a primeira vez), se as informações estavam claras, se faltavam informações e se o pedreiro compreendia o projeto. Também foram feitas perguntas sobre a sequência de execução das paredes (se estava pré-definida), sobre o abastecimento de material e se o pedreiro ficava parado por falta de material.

Os dados provenientes das entrevistas foram armazenados em caderno de anotações e a análise dos mesmos se deu através de comparação dos resultados das entrevistas e da observação desta autora.

Foram analisados: a forma de inserção do PPAV na gestão adotada pela empresa, o conteúdo dos projetos de produção referentes às alvenarias de vedação em cada uma das empresas (no que se refere ao tipo de informação, nível de detalhamento) e a utilização dos mesmos pela equipe de produção nos canteiros de obra.

As fontes de evidências utilizadas para a coletada de dados nos estudos de caso foram:

- análise de documentação da empresa (especificação de contratação do serviço e do projeto, procedimentos de execução e inspeção, diretrizes de projeto, projetos em geral, memorial descritivo e projeto para produção de vedações entre outros);

- entrevistas com envolvidos no processo de projeto, aquisição de materiais, contratação de serviços e produção de alvenaria de vedações;

- coleta de dados no canteiro de obras;

- observações da autora.

Foram escolhidos apenas três empreendimentos visitados, um de cada empresa construtora, para exemplificar o projeto para produção de alvenarias de vedação adotado por cada uma delas.

A partir do embasamento teórico proveniente da revisão bibliográfica, da experiência profissional desta autora e dos dados obtidos na pesquisa de campo, estabeleceu-se uma estrutura inicial para o projeto para produção de alvenarias de vedação, procurando enfocar a construtibilidade e o aumento de eficiência na produção.

Em seguida, desenvolveu-se um projeto piloto e na continuidade procedeu-se a sua implantação num empreendimento de uma das construtoras estudadas na primeira etapa da pesquisa de campo.

Seqüencialmente ao processo de implantação do “projeto piloto” para produção de alvenarias de vedação, houve a decisão de disseminar o projeto para produção de alvenarias de vedação para os demais empreendimentos da empresa, aumentando a escala de trabalho. Foram onze empreendimentos nos últimos dois anos.

A oportunidade de implantar efetivamente o PPVA, nesses onze empreendimentos acima citados, possibilitou o enriquecimento da proposta inicial, culminando na estrutura apresentada neste trabalho.

Complementarmente, identificou-se os desdobramentos decorrentes do PPAV em outros subsistemas da edificação e na gestão da produção, de modo a subsidiar seu contínuo aperfeiçoamento.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está composta por quatro capítulos além desta introdução. Neste capítulo são apresentados as justificativas, os objetivos, a metodologia e a estrutura da dissertação.

No Capitulo 2 são apresentadas as características da indústria da construção civil no Brasil e no mundo e as ações que têm sido tomadas no sentido de promover sua industrialização. São definidos os conceitos (entre outros) de: processos construtivos tradicionais, processos construtivos racionalizados, processos construtivos industrializados, inovações incrementais, processos de produção, sistemas de produção e construtibilidade. Aborda-se ainda, a forma de inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento e sua importância como integrador do sistema de produção. Adicionalmente é apresentado o escopo desejável para o projeto para produção, destacando-se sua potencialidade como ferramenta indutora da vantagem competitiva das construtoras. Uma nova definição para projeto para produção é proposta pela autora. Por fim, identifica-se como a construtibilidade e a produtividade devem ser contempladas num projeto, de forma a possibilitarem a eficiência da produção.

O Capítulo 3 tem como objetivo apresentar o Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação (PPAV) e as características que o mesmo deve ter em função do papel que pode desempenhar na construção de edifícios. Baseando-se na bibliografia disponível, inicia-se com a descrição do projeto para produção de alvenarias de vedação e de suas características. Em seguida discorre-se sobre os projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado, baseando-se na análise dos documentos coletados na pesquisa de campo e na experiência profissional da autora. É feita a análise crítica dos projetos para a produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado, quanto ao seu conteúdo e forma de inserção, identificando-se lacunas a serem preenchidas.

O Capítulo 4 tem como objetivo apresentar a estrutura de um projeto para a produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e no aumento de eficiência na produção. Adicionalmente é proposto um procedimento de gestão para a implantação dos PPAV nas empresas construtoras.

O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais referentes a: atendimento aos objetivos propostos; influência e dificuldades previstas no processo de implantação de projetos para a produção de alvenarias de vedação, com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção, no contexto das empresas construtoras de edifícios residenciais multipavimentos; e ainda, apresenta algumas sugestões para a continuidade de pesquisas relativas à Industrialização e Planejamento da Produção.

2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E PROJETO PARA PRODUÇÃO

Neste capítulo discorre-se inicialmente sobre as características da indústria da construção civil e as ações que têm sido tomadas rumo à sua industrialização no Brasil e no mundo, em função da importância que a citada indústria exerce no desenvolvimento da economia das nações.

São definidos ao longo do texto: processos construtivos tradicionais, processos construtivos racionalizados, processos construtivos industrializados, inovações incrementais, processos de produção, sistemas de produção, construtibilidade e são apresentadas características referentes a um sistema de produção industrial de bens.

Em seguida, aborda-se como deve ser a inserção do Projeto para Produção na construção civil e no desenvolvimento dos empreendimentos; destaca-se a importância da integração da cadeia produtiva desde as fases iniciais de concepção de um empreendimento como fator determinante de seu sucesso, e a função do Projeto para Produção como elemento integrador do sistema de produção do empreendimento.

O escopo desejável para o Projeto para Produção também é apresentado e destaca-se sua potencialidade como ferramenta indutora da vantagem competitiva nas construtoras. É apresentada uma nova definição de projeto para produção.

Por fim, aborda-se como a construtibilidade e a produtividade devem ser contempladas num projeto para produção, de forma a possibilitar eficiência da produção.

2.1 A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nos séculos que antecederam a revolução industrial, os bens de consumo eram produzidos em pequena escala, por um processo artesanal (com uso de ferramentas manuais) e de criação individualizada. Essa forma primitiva de fabricação definia-se pela produção independente. O produtor detinha os meios de produção: matéria-prima, instalações e ferramentas e a técnica e realizava todas as etapas da produção, em casa, ou em pequenas oficinas, sozinho ou com a família.

A partir da revolução industrial, com a mecanização da produção, os bens de consumo passaram a ser produzidos em grandes quantidades (produção em massa) em unidades fabris. O trabalho que antes era desenvolvido por um único artesão foi dividido entre vários operários, em linhas de produção, e passou a ser executado com o auxílio de máquinas.

Enquanto a manufatura de bens de consumo caminhou para um maior parcelamento das atividades – com a consequente especialização de funcionários e máquinas, e mecanização e organização das linhas de produção – a indústria da construção civil permaneceu com um processo manufatureiro, com intensivo uso de mão-de-obra.

Essa posição intermediária entre a produção artesanal e a produção industrial ocupada pelo processo produtivo da indústria da construção civil é abordada por Vargas (1979) em sua dissertação de mestrado. Segundo o autor, o processo produtivo da construção civil pode ser caracterizado como manufatureiro em função de suas características: apresenta separação entre concepção do produto e execução, parcelamento do trabalho em especialidades (características incompatíveis com o artesanato), conta com a presença marginal de máquinas, transmissão informal dos conhecimentos de ofício e limitado controle das construtoras sobre o processo de trabalho (características que não permitem a configuração de um processo industrial).

Segundo Sabbatini (1989), existem na construção civil modos de se construir com diversos níveis de industrialização, pois até as mais tradicionais formas de construção utilizam produtos industriais. Esses diferentes níveis de industrialização permitem a classificação dos processos construtivos em tradicionais, racionalizados e industriais, segundo a sua organização e nível de integração.

As definições apresentadas por Taralli (1984) para processos construtivos tradicionais e para processos construtivos racionalizados continuam atualizadas para o enfoque que se pretende dar neste trabalho e são transcritas a seguir.

Processos construtivos tradicionais são:

> "Processos baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão-de-obra, baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevados desperdícios de mão-de-obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra" (TARALLI, 1984).

Processos construtivos racionalizados são:

> "Processos que incorporam princípios de planejamento e controle tendo como objetivo: eliminar desperdícios de mão-de-obra e materiais; aumentar a produtividade; planejar o fluxo de produção e centralizar e programar as decisões" (TARALLI, 1984).

Já a definição de processos construtivos industrializados adotada é a de Sabbatini (1989) que os classifica como:

> "Processos baseados no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro.Utilizam preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem. A integração do todo submete-se aos princípios organizacionais da indústria estacionária".

Segundo Sabbatini (1989), industrializar-se, para a construção civil, é sinônimo de evoluir e a evolução natural dos modos de produção de edifícios ocorre através da criação de novos métodos, processos e sistemas construtivos e do aperfeiçoamento dos existentes.

Pode-se dizer que o grau de industrialização da construção civil aumenta à medida que os métodos construtivos são integrados e organizados até formarem sistemas construtivos. A busca pela eficiência produtiva e pelo aumento do nível de industrialização na construção civil é um assunto recorrente no Brasil e no mundo há vários anos.

A industrialização da construção civil tem sido objeto de estudo desde a década de 1970. Autores como Davison, Foster, Ordonez, Orlandi, Rosso, Taralli, Testa e Trigo conceituaram industrialização e industrialização da construção. Os conceitos de racionalização, mecanização, pré-moldagem, desenvolvimento tecnológico, produtividade e organização da produção apareceram relacionados ao conceito de industrialização.

Uma indústria considerada eficiente caracteriza-se pelo reduzido volume de desperdícios de recursos materiais, humanos, energéticos, temporais e equipamentos.

Segundo Souza (2005), “comparativamente a outras indústrias, a Construção usa muito mais material ao longo de um ano de atividades (por volta de cem a duzentas vezes mais que a indústria automobilística)”.

Além disso, a indústria da construção civil e seus produtos consomem aproximadamente 40% da energia e dos recursos naturais e geram 40% dos resíduos produzidos por todo o conjunto de atividades humanas (SJÖSTRÖM, 2000), mas podem atingir até 75%, como no caso dos EUA (JOHN, 2000).

O fato de a indústria da construção civil ser uma atividade de fundamental importância no desenvolvimento das economias das nações (contribui para 10% do PIB mundial e emprega 7% da força de trabalho), de utilizar elevadas quantidades de recursos e consumir 40% da energia disponível, aumenta a responsabilidade do setor em buscar eficiência na produção e demanda uma atenção especial quanto aos impactos ambientais que a atividade pode ocasionar.

A participação da indústria da construção civil nas economias do Brasil, da Unidade Européia e dos EUA, descrita a seguir, reforça a importância do seu papel e a necessidade de se estabelecer meios para atingir eficiência na sua produção.
No Brasil, o macro-complexo da construção, composto pelas atividades de construção civil, pelas atividades industriais associadas à construção e pelos serviços que apoiam a cadeia produtiva, responde por aproximadamente 11% do PIB brasileiro e emprega 8,2 milhões de trabalhadores diretos e indiretos em todo o país (7º CONSTRUBUSINESS, 2008).

Na União Européia, de acordo com *E-CORE – European Construction Research Network* (2005), a indústria da construção civil, incluindo as atividades que contribuem para a criação, desenvolvimento, manutenção e operação dos produtos gerados, é a indústria que tem maior representatividade individual na economia da Europa, empregando 12 milhões de pessoas e respondendo por 10 % do seu produto interno bruto.

Nos EUA, segundo estatística anual da indústria de 2007 publicada pela *U.S Bea – Bureau of Economic Analysis*, a participação do setor de construção civil no produto interno bruto foi da ordem de 4%. Em 2008, a indústria de construção civil empregou nos EUA 7,2 milhões de assalariados e 1,8 milhões de trabalhadores autônomos conforme dados do *U.S. Department of Labor*.

Em função da representatividade da indústria da construção civil na economia, há diversos organismos internacionais voltados à pesquisa e desenvolvimento que realizam trabalhos referentes à industrialização e aumento de eficiência dessa atividade.

Segundo Hodgson (2005), a experiência internacional do *CIDB - Construction Industry Development Board* tem mostrado que uma mudança significativa em nível setorial ou nacional é complexa, requer investimento intensivo em pesquisa e só consegue ser alcançada num período relativamente longo. Em alguns casos, dez anos ou mais.

A complexidade e o grande volume de investimentos necessários para que se promovam mudanças setoriais significativas tornam necessária a adoção de políticas governamentais impulsionadoras, como a adotada pelo Reino Unido há 12 anos.
Em 1998 o governo do Reino Unido lançou um programa na construção civil que motivou a indústria a uma ampla iniciativa no sentido de buscar um aumento sustentável de *performance*. Essa iniciativa, denominada *Rethinking Construction*, reuniu clientes dos setores público e privado e a indústria num esforço conjunto para melhorar os produtos e processos através de toda cadeia de construção.

Pode-se citar também outras iniciativas conduzidas pelo CIB em seus diversos grupos de trabalho. Como exemplo, é descrita a seguir a criação e o objetivo de um grupo de trabalho para tratar o tema industrialização na construção.

Em setembro de 2004, durante evento em Bruxelas, foi criado no CIB um novo grupo identificado como TG 57 – *Industrialisation in Construction*. O objetivo desse grupo é desenvolver a industrialização na construção civil. As estratégias de atuação estão divididas em duas categorias: a industrialização no canteiro de obras e a industrialização fora dele.

O grupo que estuda a industrialização no canteiro de obras trata da aplicação de tecnologias e ferramentas avançadas, tais como: localização por GPS, montagem de pré-moldados de grande porte, identificação de elementos com código de barras, entregas *just-in-time*, utilização de formas deslizantes, concreto autoadensável, aplicação mecanizada de acabamentos, etc. A vantagem da industrialização no canteiro de obras é a possibilidade de se implantar a mudança gradativamente e, em grande parte dos casos, sem necessidade de alteração do projeto conceitual.

A industrialização fora do canteiro de obras é tratada de forma totalmente diversa. Admite-se que edifícios também podem ser feitos em fábricas. O grupo considera que já foram dados os primeiros passos nesse sentido, uma vez que elementos cada vez maiores têm sido produzidos em fábricas e transportados para os canteiros de obra. A meta do grupo é promover uma mudança radical na construção dos futuros edifícios, fazendo com que sejam totalmente construídos a partir da montagem de

elementos pré-fabricados prontos para o uso. Vale citar que EUA e Japão já têm sistemas desenvolvidos nesse conceito para casas.

Outro aspecto considerado pelo TG57 é que a estratégia de industrialização também pode ser segmentada entre industrialização do produto e industrialização do processo.

A industrialização do produto é focada nas características tecnológicas do edifício. A industrialização do processo, por sua vez, diz respeito à cooperação contratual e informal entre as partes envolvidas. As partes envolvidas são os diversos atores da cadeia da construção, desde os responsáveis pela concepção do empreendimento, passando pelos responsáveis pela construção e detalhamento e pelas indústrias fornecedoras de insumos.

No Brasil, a abordagem mais recente sobre o assunto é a iniciativa da CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil, datada de 2007. Trata-se do desenvolvimento de um Projeto de Inovação Tecnológica na Construção Civil, iniciando-se pela identificação do estágio da indústria brasileira da construção civil quanto à inovação tecnológica e as necessidades para que a inovação seja parte da estratégia competitiva do setor.

O relatório final executivo do projeto de inovação, publicado em março de 2009, identifica os vários tipos de inovações implantadas no Brasil nos últimos anos. Considerando-se que os dados obtidos através de sondagem realizada em 52 empresas de cinco estados brasileiros representantes das regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e Nordeste (de pequeno e médio porte, em sua maioria) podem representar a média das empresas brasileiras, é possível afirmar que as inovações praticadas na construção civil brasileira são em sua maioria inovações incrementais.

Entenda-se por inovações incrementais aquelas que levam à melhoria do desempenho global de um empreendimento, através de mudanças gradativas nos processos construtivos e na sua forma de gestão, sem introduzir mudanças radicais ou tecnologias de ponta no processo construtivo.

As inovações identificadas nesse mesmo grupo foram divididas em cinco tipos, segundo sua natureza e incidência: materiais e componentes, subsistemas – alta incidência; projeto – média incidência; mecanização de atividades – média incidência; planejamento e gestão – baixa incidência; tecnologia da informação – baixa incidência (CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO/ NGI CONSULTORIA, 2009).

Constata-se através da divulgação dessas informações uma carência em projeto, mecanização, planejamento e gestão e tecnologia da informação na indústria da construção civil brasileira.

Relacionando as carências apontadas com os tipos de processos construtivos descritos anteriormente (tradicionais, racionalizados e industrializados), pode-se dizer que grande parte deles ainda pode ser classificada como tradicional (baixa produtividade, baixa mecanização, dispersão e subjetividade de decisões).

Nos processos classificados como tradicionais, a maior parte das decisões que influenciam a qualidade do produto é tomada na fábrica ou canteiro de obras, pelos próprios executores. O domínio do processo nas mãos dos executores caracteriza um processo artesanal, cuja qualidade do produto não pode ser garantida, apenas constatada.

Os processos construtivos tradicionais podem evoluir para processos construtivos racionalizados por meio de ações organizacionais e de incorporação de inovações tecnológicas, mesmo que incrementais, ao processo de produção.

O processo de produção segundo Cardoso (1996) pode ser definido como:

> “O conjunto das etapas físicas, organizadas de forma coerente no tempo, que dizem respeito à construção de uma obra; tais etapas concentram-se sobre a execução, mas vão desde os estudos preliminares, até a utilização da obra, e são asseguradas por diferentes agentes”.

A gestão integrada dos processos de produção, das informações e dos agentes envolvidos, desde a fase de concepção do empreendimento, possibilita à empresa de construção o desenvolvimento de um verdadeiro sistema de produção, que é definido por Cardoso (1996) como:

> "O modo de articulação entre um sistema de operações físicas de produção (considerando-se suas dimensões técnico-sociais) e um sistema de operações de gestão, de pilotagem, de controle, de avaliação dos resultados (considerando-se suas dimensões técnico-organizacionais)".

Segundo o mesmo autor, cada empresa mobiliza um sistema de produção que contempla as operações de gestão, os projetos e estudos necessários para viabilização da produção do empreendimento e esse sistema de produção diz respeito diretamente à empresa de construção.

Segundo Sabbatini (2006), num sistema de produção industrial de bens, há uma gestão estratégica que integra o subsistema projeto e o subsistema produção e um sistema de informações que define o fluxo de informações e o conteúdo adequado a cada nível e função. O subsistema projeto é composto pelo projeto do produto e pelo projeto para a produção. O subsistema produção, por sua vez, compõe-se de projeto do processo, planejamento e gestão da produção, conforme figura 2.1.

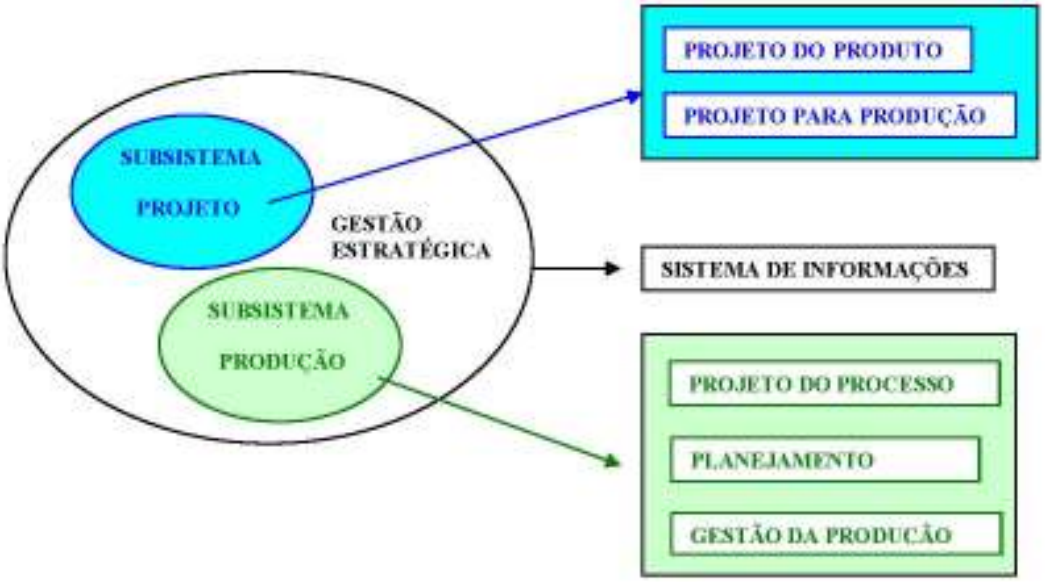


Figura 2.2 – Sistema de Produção Industrial de Bens – adaptada de (Sabbatini, 2006, Workshop de Projetos)

O projeto do produto, segundo o autor, é o “conjunto de informações que caracteriza completamente o produto a ser executado”, desta forma compreende:

- características gerais do produto e de seus componentes (especificações de produto);

- detalhamento construtivo (especificações para construção e montagem do produto e definição das suas interfaces com outros subsistemas) ;

- parâmetros de desempenho exigidos;

- tolerâncias admitidas para a execução (definição do padrão de qualidade).

Já o projeto para produção é definido por Sabbatini (2006) como o “conjunto de informações que define completamente todas as atividades necessárias para produzir um produto.” e deve contemplar:

- definição dos materiais e componentes a serem empregados;

- definições relacionadas com o planejamento da execução, tais como:

  - ✓ técnicas e métodos construtivos;
  - ✓ equipamentos;
  - ✓ sequência de produção;
  - ✓ logística;
  - ✓ equacionamento das interferências;
  - ✓ métodos de controle;
  - ✓ produtividade esperada.

- definição de parâmetros para gestão e controle do processo de produção (inclui orçamento).

Dentro do mesmo contexto, o projeto do processo é definido como: “conjunto de informações que define e caracteriza completamente o processo de produção de

bens. Inclui o projeto da fábrica (infraestrutura) e os aspectos organizacionais". (SABBATINI, 2006).

Juran (1992), por sua vez, apresenta uma definição de projeto do processo voltada para a indústria em geral como "atividade de definir os meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para alcançar as metas do produto". Para que seu objetivo seja alcançado é necessário que o projeto forneça informações quanto às técnicas e procedimentos que devem ser empregados, bem como sobre a especificação, operação e manutenção dos equipamentos que fazem parte do processo produtivo.

Na indústria seriada, pode-se citar como exemplo a indústria automobilística, que foi a grande precursora no desenvolvimento e utilização de projetos que levassem em conta não apenas as características do produto a ser desenvolvido, mas também características do processo produtivo, tais como layout de fábricas, plano de manutenção de equipamentos, detalhamento do processo executivo, controle de qualidade e produtividade, entre outros.

Sabe-se que a opção da indústria automobilística em desenvolver projetos voltados à produção (como são chamados no segmento industrial) foi motivada pela necessidade de reduzir custos e melhorar a qualidade de seus produtos, e desta forma se manter competitiva.

Da mesma forma, a indústria naval coreana conseguiu atingir a vantagem competitiva que buscava, reduzindo seus prazos e custos de produção em função de implantação de mudanças no seu processo produtivo. Essas mudanças foram possíveis graças ao melhor domínio do processo produtivo que passaram a ter, o que facilitou a identificação e eliminação dos gargalos existentes.

Descreve-se a seguir, para exemplificar a mudança acima citada, como a indústria naval atingiu seu objetivo.

A partir de um estudo de facilitação e agilização da produção, a indústria naval coreana introduziu um sistema "*on line*" ligando todos os departamentos ao estaleiro.

Segundo Fadda (2006), a introdução desse sistema permitiu a movimentação de bloco "*on line*" e "*just in time*", a padronização no projeto de acomodação de bloco, a chegada de materiais e equipamentos *"just in time"* e a pré-edificação de blocos, eliminando os tempos de espera e aumentando a capacidade produtiva.

Para adotar a política "*just in time*", foi preciso que os estaleiros passassem a usar materiais e equipamentos padronizados, alterassem a dimensão das chapas utilizadas e desenvolvessem a construção TANDEM (várias obras no mesmo dique). Os operários passaram a ser multifuncionais e houve redução da área de estocagem e do almoxarifado.

Replicando as ações de sucesso adotadas na indústria seriada para a indústria da construção civil habitacional brasileira, pode-se dizer que um caminho a seguir para aumento de sua eficiência, e conseqüentemente da sua competitividade, é ter melhor domínio do processo de produção e desenvolver projetos voltados à produção, que neste trabalho são denominados Projetos para Produção.

A forma de inserção dos chamados Projetos para Produção na indústria da construção civil habitacional é tratada a seguir.

2.2 O PROJETO PARA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Durante muitos anos a gestão de projetos esteve voltada para a elaboração, concessão e administração de contratos, negligenciando a produção. A gestão da produção, da mesma forma, negligenciou projetos.

A partir do sucesso da experiência do Sistema de Produção da Toyota, esse panorama mudou. O sistema de produção desenvolvido passou a ser o modelo de uma nova forma de se projetar e produzir. O foco passou a ser o sistema de produção. Assim, o projeto do produto leva em consideração a sua produção desde o primeiro momento.

Nan; Tatum apud Barros (1996) diagnosticaram que “enquanto na indústria seriada, o projeto do produto (“*product design*”) está se tornando uma parte conjunta do gerenciamento da produção; na construção, a função projeto do produto é normalmente separada da produção”.

Mais recentemente, segundo Ballard (2000), a engenharia simultânea resgatou essa integração com o conceito de projeto integrado de processo e produto, em que projetar e construir são atividades intimamente ligadas, em oposição ao processo de projeto tradicional, que é seqüencial.

Fabrício e Melhado (2000) identificam três atividades nas quais a engenharia simultânea está baseada, enquanto paradigma de projeto. São elas: diferentes atividades de projeto realizadas em paralelo (simultaneamente); ênfase na integração entre os agentes envolvidos desde o início do processo; e concepção orientada ao ciclo de vida do produto.

Ressaltando a importância da integração entre os agentes envolvidos no desenvolvimento de um projeto (ou empreendimento), a análise dos estudos de caso realizados por Ballard (2000) leva a algumas reflexões descritas a seguir:

- o projeto para produção tem que ser fruto de um processo de negociação e ajustes entre os diversos agentes participantes e seu sucesso está intimamente ligado à capacidade de promover integração entre os mesmos e garantir que a informação flua na quantidade e qualidade requerida, dentro dos prazos estipulados;

- o envolvimento de especialistas de projeto das diversas áreas (arquitetura, instalações, estrutura, etc.) é fundamental para um projeto de sucesso, uma vez que não há uma figura no processo que conheça profundamente os requisitos e a legislação de todas as especialidades;

- a participação conjunta e integrada de projetistas, construtores (áreas de projeto, orçamento, planejamento, produção, qualidade, suprimentos e assistência técnica), fabricantes de materiais e sistemas e fornecedores de mão-de-obra, é

essencial para alcançar a solução ótima para o empreendimento, uma vez que privilegia o todo em detrimento das partes. além disso, esse objetivo comum estabelecido entre as partes e formalizado no projeto para a produção leva a uma corresponsabilidade em relação às soluções adotadas;

- fazer um projeto para produção significa pensar a produção antecipadamente, ou seja, planejar a produção, utilizando como dados de entrada *("inputs"*) as informações referentes ao sistema de produção da empresa e por isso é específico para cada empresa;

- a somatória dos itens acima permite afirmar que o projeto para a produção é uma ferramenta importante para a busca da eficiência na indústria de construção civil.

A consideração sobre a importância do projeto para a produção na indústria da construção civil é convergente com a afirmação feita por Slack et al.(1997) descrita a seguir: "as atividades de projeto (compreendidas tanto pelo projeto do produto como do sistema de produção) representam a forma mais básica de obtenção de vantagem competitiva na busca do alcance dos objetivos estratégicos da produção".

A partir da compilação dos conceitos utilizados por diversos autores relacionados neste trabalho, pretende-se definir um conceito mais abrangente para o Projeto para Produção. Observa-se na bibliografia consultada uma variedade de denominações para o projeto para produção, tais como: projeto de produção, projeto para produção, projetos voltados à produção, projeto da produção, projeto do sistema de produção; com pequena diferença de conteúdo em suas definições. Desta forma, optou-se por apresentá-las e a partir das mesmas compor a definição que será adotada para o Projeto para a Produção neste trabalho.

O projeto voltado à produção é analisado por Melhado et al. (2005) como:

> "O resultado do esforço consciente e integrado dos diversos agentes do processo que, na tentativa de minimizar custos, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade final do produto e facilitar a produção, discutem e optam por alternativas de projeto que considerem esses aspectos".

Adicionalmente, segundo Fabrício e Melhado (1998, p.3):

> "O desenvolvimento de projetos voltados à produção deve cumprir a função de subsidiar a empresa construtora e as obras com informações de conteúdo tecnológico que esclareçam como empregar os materiais de construção, como obter o melhor desempenho na execução das tarefas, qual a sequência de atividades, etc."

Fabrício e Melhado (1998, p.3) optam por identificar dois tipos de conteúdos distintos para o projeto, denominados por eles de projeto da produção e projeto para produção.

O projeto da produção, segundo os dois autores, consiste no:

> "Estabelecimento, para cada tipo de processo construtivo utilizado pela empresa, das estratégias gerais de produção, das normas e procedimentos de execução, metas de produtividade em cada atividade padrão, e controles a serem observados".

Dentre as diversas funções que esse projeto desempenha, aparece a articulação dos projetos de produto com a execução da obra, fornecendo referências de competência produtiva da empresa, de forma a garantir que a seleção das tecnologias construtivas e as soluções de projeto se adéqüem ao seu sistema de produção.

Já o projeto para produção é definido pelos mesmos autores como um projeto "voltado para a definição (em projeto) das sequências e métodos de execução de determinadas etapas críticas da obra" e sua função é ampliar o desempenho na produção dessas etapas.

Os autores ainda afirmam que o projeto da produção objetiva o aprimoramento do sistema de produção da empresa, seu foco é a tecnologia de produção. O projeto para produção por sua vez, tem foco na construtibilidade dos projetos e na otimização da obra, enfatizando o desenvolvimento dos processos críticos de cada obra, simultaneamente com a geração das soluções de produto.

Fabrício (2002, p.298) discute a utilização de projetos para produção como:

> "Forma de desenvolver previamente a obra e integrar na etapa de projeto uma reflexão aprofundada sobre o processo de execução, de forma que as decisões de projeto considerem conjuntamente os desdobramentos com relação ao produto e sua construção".

Segundo Silva e Souza (2003, p.85), o projeto de produção:

> "Consiste do detalhamento da solução de projeto voltado à obra, segundo a especificidade de cada subsistema construtivo já definido em relação a todas as características, inclusive quanto às características do fornecedor escolhido".

Sabbatini (2006) comenta que desenvolver um projeto para produção nada mais é do que o pensar a construção como um todo, antes do seu início, dentro da tecnologia da própria empresa, por pessoas capacitadas e planejar como fazer, em vez de pensar no momento de executar, por pessoas que não estão preparadas para tomar as melhores decisões.

O projeto do sistema de produção (P.S.P.), segundo Schramm (2004), consiste:

> "No processo de análise e discussão de alternativas de organização do sistema de produção do empreendimento, e na seleção da alternativa mais adequada à consecução de um desempenho adequado deste sistema durante a etapa de execução considerando suas especificidades."

O Projeto para Produção, segundo esta autora, deve traduzir o esforço resultante da integração entre os vários agentes envolvidos, no sentido de obter a maior eficiência (menores custos) e a eficácia (atendimento ao desempenho e à qualidade especificados para o produto final).

Para tanto, deve contemplar informações quanto ao sistema construtivo da empresa ou quanto ao processo construtivo do subsistema a que ele se refere, apresentando as características dos materiais e componentes a serem empregados; o planejamento da produção (estratégias gerais de produção, normas e procedimentos de execução, sequência de produção, equipamentos, logística, equacionamento de interferências entre subsistemas, metas de produtividade em cada atividade-padrão e métodos de controle) e os parâmetros para gestão e controle do processo de produção.

A dificuldade em se conceber atualmente na construção civil habitacional brasileira um Projeto para a Produção do Empreendimento, resultante da complexidade em se detalhar e padronizar as centenas de processos construtivos de todos os subsistemas que compõem o edifício, leva à opção de se conceituar Projeto para Produção com enfoque nos subsistemas que compõem o edifício, conforme abaixo:

> **"O Projeto para Produção é 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 dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados"**

Fazendo uma analogia do desenvolvimento de um empreendimento com a montagem de um quebra-cabeças, em que cada peça corresponde a uma fase do desenvolvimento ou a um subsistema, pode-se dizer que cada peça está ligada ao todo e as peças estão ligadas entre si e que o projeto para a produção é o agente integrador que monta o quebra-cabeças sobre o tabuleiro, fornecendo todas as informações necessárias e formalizando as decisões .

Em função dessa interdependência entre as partes, Ballard (2000) afirma que as decisões tomadas em projeto impactam diretamente na construtibilidade e manutenabilidade das edificações, motivo pelo qual projeto e execução não podem mais ser encarados como processos independentes executados por equipes diversas e com diferentes interesses e objetivos. A relação entre as áreas tem que ser cada vez mais estreita.

A situação de integração descrita acima não aparece como prática adotada e disseminada no mercado de construção civil brasileiro, que ainda apresenta características de produção artesanal, levando a inúmeras improvisações que ocasionam um desempenho insatisfatório nos quesitos qualidade, produtividade e custo.

Essa situação decorre do precário domínio técnico e tecnológico que as empresas de construção civil detêm sobre suas atividades produtivas, que se reflete no emprego de projetos pouco orientados à construtibilidade

Um projeto orientado à construtibilidade é um projeto que leva em conta as informações do processo produtivo para a tomada de decisão e definição do produto.

O conceito de construtibilidade surgiu ao mesmo tempo nos EUA e no Reino Unido, sendo denominado respectivamente *"constructability"* e "*buildability*" nesses países. Suas definições são muito próximas, chegando por vezes a se confundir. Para o contexto deste trabalho será considerado que "*buildability*" é a característica de um projeto ou de um edifício que facilita sua construção e utilização.

A tradução do termo "*constructability*" será considerada como construtibilidade, salientando a integração dos conhecimentos e da experiência de construção do projeto nas diversas fases, buscando otimização dos requisitos de projetos diferentes para atingir os objetivos gerais e facilidade de construção. A partir desse enfoque, a construtibilidade engloba o conceito de "*buildability*".

Construtibilidade segundo a ASCE é "a integração de conhecimentos de construção e experiência em planejamento, concepção, aquisição e nas fases de construção, para atingir os objetivos globais do projeto (empreendimento)". (tradução da autora).

A construtibilidade também pode ser definida como:

"Situação na qual a integração da experiência e do conhecimento num processo construtivo (ou no desenvolvimento de um produto) facilita a obtenção de um equilíbrio ótimo entre o objetivo de um projeto (empreendimento) e a limitação de recursos disponíveis". (*BUSINESS DICTIONARY*). (tradução da autora).

Segundo Sabbatini (1989, p.138), a proposição principal do conceito de construtibilidade é "integrar projeto e construção dentro de uma visão holística,

adotar prioritariamente em todas as etapas os dados provenientes das operações construtivas e considerar que a solução ótima é a de maior construtibilidade".

Violani et al. (1991) complementam o conceito ao citar que:

> "A idéia fundamental da construtibilidade é a integração do conhecimento de construção a todas as etapas de um empreendimento, em que, reconhecida a impossibilidade de reunir todo o conhecimento necessário em um único profissional, há a participação do construtor nas etapas anteriores à de execução, superando as deficiências dos profissionais de planejamento e projeto".

Melhado (1994) comenta a possibilidade de aumento de construtibilidade em processos construtivos tradicionais. Segundo o autor esse aumento de construtibilidade pode ser conseguido a partir de uma reorganização dos procedimentos de projeto e execução e implica em gerenciamento eficiente de todas as etapas do empreendimento.

Algumas ações listadas por Tatum e Griffith apud Melhado (1994) como ações que têm influência sobre o resultado do projeto quanto à construtibilidade, e consideradas pertinentes no âmbito deste trabalho são reproduzidas a seguir:

- considerar os principais métodos construtivos possíveis de serem considerados, selecionando dentre as alternativas as que possam favorecer a eficiência na execução;

- os elementos de projeto devem ser normalizados;

- componentes pré-moldados, modulares ou pré-montados devem ser especificados sempre que possível, para reduzir custos e prazos;

- a acessibilidade de pessoal, materiais e equipamentos deve ser considerada na elaboração do projeto;

- não devem ser aceitas especificações do projeto que envolvam materiais, métodos construtivos ou controles de execução complexos e desnecessários, que possam reduzir a eficiência da execução;

- adequar o nível de complexidade técnica do detalhamento do projeto (detalhes simples e inteligentes);

- considerar o nível de interdependência entre os elementos construtivos (execução mais fácil com menos interfaces entre serviços);

- dar maior flexibilidade no projeto e nas especificações para os componentes, quanto a aspectos comerciais (possibilidade de substituições e adaptações).

A questão sobre o momento mais oportuno para se implantar um programa de construtibilidade é tratada por O´Connor et al. (1987). O autor afirma que quanto mais cedo se implementar um programa de construtibilidade para o empreendimento, melhores serão os resultados obtidos.

Franco e Agopyan (1993), por sua vez, destacam que na definição dos projetos “se tomam as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos”.

Melhado (1994, p.4) reforça a posição de Franco e Agopyan ao afirmar que: “qualquer esforço dispensado durante o projeto repercute em ganhos sensíveis e possui custos reduzidos quando comparados aos que advém das modificações feitas posteriormente, durante a execução (...)”.

Thompson e Perry (1992), quando discorrem sobre análise de riscos, recomendam que, independentemente do método adotado para análise e orçamento dos riscos de um projeto ou empreendimento, as pessoas responsáveis por avaliar e gerenciar os riscos na obra participem de toda a vida do projeto. Complementam propondo que: sejam envolvidos e comprometidos todos que tomem parte nas decisões de projeto, de modo a todos se sentirem corresponsáveis pelo seu desenvolvimento e resultado

e sejam tomadas todas as decisões de projeto antes de se iniciar a obra, se possível.

Conforme o *CII – Construction Industry Institute*, as decisões tomadas no início do desenvolvimento de um empreendimento apresentam um maior potencial de influência no custo do empreendimento.

O gráfico apresentado na figura 2.2 ilustra a capacidade das diferentes fases de um processo de produção de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício, deixando claro que as ações/intervenções que ocorrem logo no início do processo (fases de estudo de viabilidade e projeto) têm impacto significativamente superior às tomadas na fase de execução.

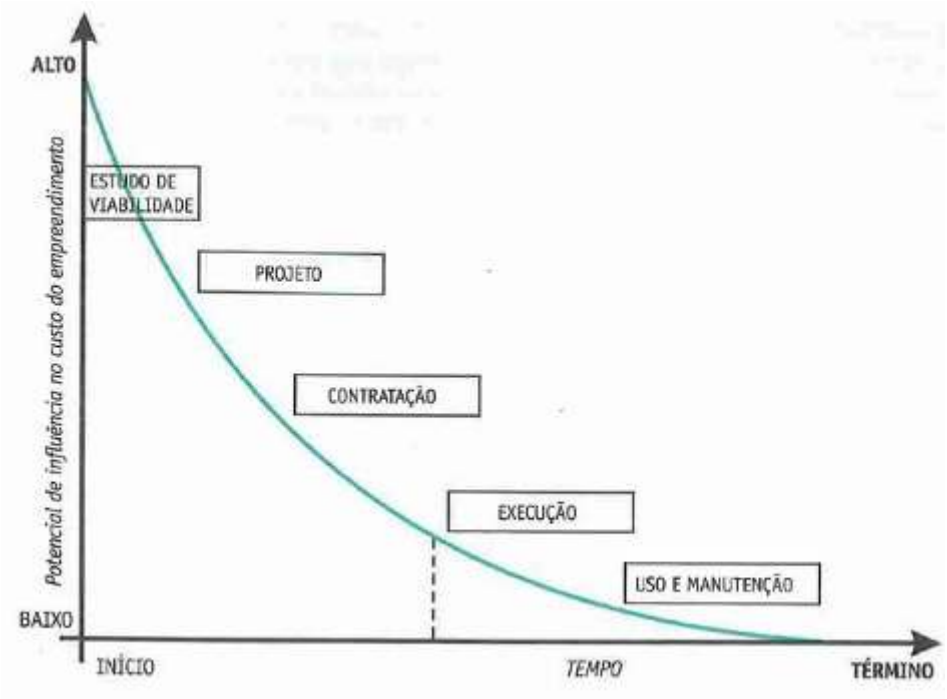


Figura 2.2 - Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases [CII,1987]

O que se objetiva no processo é que as tomadas de decisão sejam sistêmicas e anteriores ao início da produção, pois se sabe que, segundo Laufer:

> "A introdução de mudanças durante a construção, depois que as principais decisões de projeto já tenham sido tomadas, são necessariamente de escopo limitado. Apesar de exigirem recursos relativamente modestos, sua influência no processo de produção é limitada e tem curta duração." (Laufer, 1985)

A chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento está reproduzida no gráfico da figura 2.3. Hammarlund e Josephson (1992) relacionam as fases de desenvolvimento do empreendimento com o custo acumulado de construção e com a possibilidade de interferência para redução de falhas e consequentemente dos custos decorrentes dessas falhas.

O gráfico apresentado na figura 2.3 reforça o impacto das decisões tomadas nas primeiras fases do desenvolvimento de um empreendimento, em que, apesar de comprometerem baixo porcentual dos recursos necessários à produção, concentram boa parte das chances de redução da incidência de falhas e dos respectivos custos.

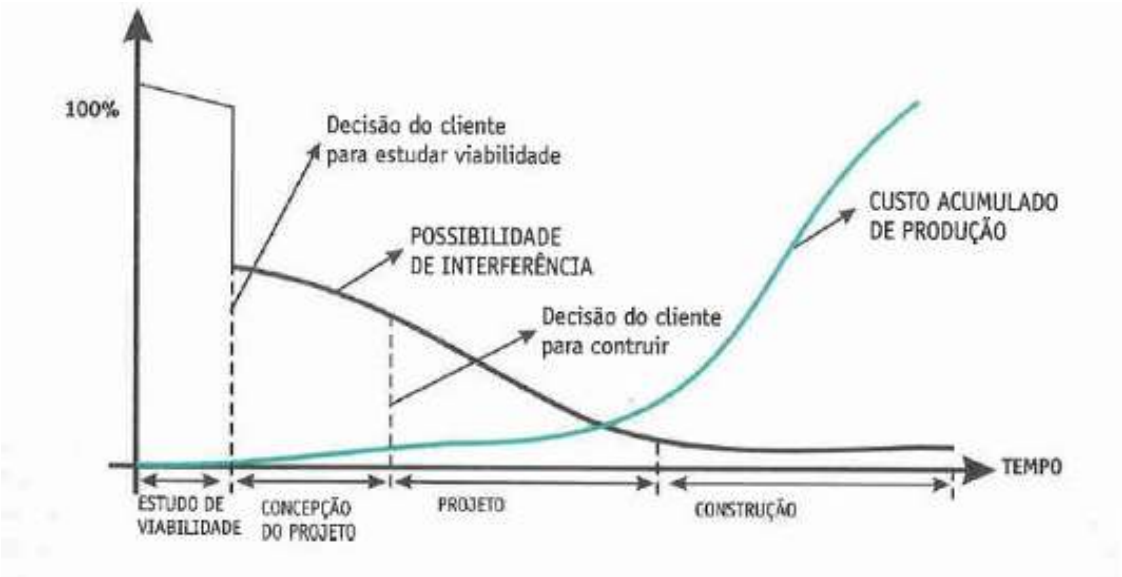


Figura 2.3 - A chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento (HAMMARLUND;JOSEPHSON,1992)

Outro aspecto importante a considerar no desenvolvimento dos projetos para a produção é a produtividade. As considerações de diversos autores apresentadas a seguir reforçam a necessidade de se incorporar ao projeto para produção uma série de elementos referentes ao planejamento das atividades produtivas, tais como metas de produtividade, equipamentos, logística, equacionamento de interferências e métodos de controle.

Hawkins (2002) ressalta a importância de se pensar sistemicamente, entendendo a obra como um todo, para poder aperfeiçoar as interfaces e interdependências entre os produtos e processos das diferentes disciplinas. Estudo realizado apontou as interfaces e interdependências entre produtos e serviços como as melhores oportunidades para melhoria da produtividade nas obras.

No entanto, segundo o autor, é mais usual nas práticas gerenciais adotadas:

> "Dividir as atividades nos menores elementos possíveis com intenção de combater os atrasos, porém essa prática acaba por isolar as disciplinas, fazendo com que cada uma procure satisfazer suas próprias necessidades ao invés de focar nos objetivos do projeto como um todo."

Foram apresentadas ao todo sessenta e três recomendações de boas práticas visando a eliminação dos atrasos, transformando todo o tempo disponível em tempo produtivo, para num segundo momento otimizar-se o tempo produtivo. As recomendações mais significativas para este trabalho estão listadas abaixo:

- utilização da produtividade potencial como dado de entrada para o planejamento do serviço;

- estabelecimento de metas de curto e médio prazo de produtividade pela gerência da obra, bem como seu monitoramento;

- desenvolvimento de projeto e especificações que minimizem a quantidade de atividades na frente de serviço;

- racionalização da quantidade e tipos de elementos utilizados;

- elaboração de contratos que remunerem também em termos de produtividade, inclusive de seu incremento e não apenas baseados em preços unitários ou globais;

- definição de rotas de acesso e distribuição o mais linear possível, tanto horizontal como verticalmente;

- identificação e agrupamento dos materiais pelo fornecedor conforme necessidade da obra, de maneira a facilitar sua distribuição no canteiro.

Estudo realizado pela *BRSIA* em 1995 a 1997 no Reino Unido sobre produtividade na construção civil identificou uma média de 40 % de ociosidade no dia de trabalho. Os principais motivos de atraso encontrados foram: interrupções dos serviços, demora para iniciar, terminar uma atividade e ter que esperar para poder começar a seguinte, espera por materiais, equipamentos e ferramentas na frente de serviço, dúvida em projetos ou especificações, restrição do serviço anterior, interferências com outros serviços, frente não liberada.

No final da década de 90, segundo o *McKinsey Global Institute* (1998), a produtividade brasileira correspondia a um terço da produtividade americana. Esse resultado foi consequência do uso em larga escala do processo tradicional de produção (com baixa mecanização, uso intensivo de mão-de-obra, dispersão e subjetividade de decisões e elevados níveis de desperdício) nas décadas de 80 e 90. Entre as ações propostas resultantes do estudo realizado figura o desenvolvimento de projetos para a produção (com materiais padronizados e modulares), a organização mais eficaz de funções e tarefas, o uso mais intenso de equipamentos e uma postura ativa visando à diminuição de interferências e atrasos.

Ao avaliar os fatores que influenciam a produtividade em condições normais, Souza (2006) divide-os em fatores ligados ao conteúdo (aqueles associados a materiais e componentes utilizados ou às características do produto final) e em fatores ligados ao contexto (aqueles associados à mão-de-obra e equipamentos e ao detalhamento do projeto, acesso, forma de contratação, gestão da produção, clima, etc.)

Segundo Dantas (2006), o desconhecimento crescente por parte dos gestores de obras sobre a quantidade de mão-de-obra necessária para executar um determinado serviço leva à falta de parâmetros para tomada de decisão em casos de ocorrência de problemas.

Segundo Araújo (2000), é fundamental para uma gestão eficiente o conhecimento prévio por parte dos gerentes de obra dos níveis possíveis de desempenho a serem alcançados no uso dos recursos físicos. Desta forma, é possível detectar problemas e tomar as ações corretivas necessárias.

O projeto, segundo Melhado (1994), deveria agrupar informações de alto nível, capazes de subsidiar as atividades de produção, possibilitando a elaboração de um planejamento e de uma programação eficientes, além de um programa efetivo de controle de qualidade para materiais e execução.

Melhado e Violani (1992), ao relacionar a qualidade na construção civil com o projeto de edifícios, ressaltam que para se obter sucesso em um empreendimento, o projeto deve conceber, além do produto, o seu processo de produção, podendo desta forma assumir o encargo de agregar eficiência e qualidade ao produto.

Isso significa que informações quanto ao planejamento do fluxo de produção, consumos previstos de materiais e mão-de-obra (produtividade esperada) e atividades ligadas à gestão da produção devem estar expressas nos projetos e implantadas na prática, conforme proposto.

3 O PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Este terceiro capítulo é subdividido em quatro partes: item 3.1 a item 3.4. O item 3.1 contempla o Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação (PPAV) e as características que o mesmo deve ter em função do papel que pode desempenhar na construção de edifícios.

Em seguida, são descritos os projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no segmento do mercado imobiliário de construção de edifícios residenciais e comerciais da cidade de São Paulo (item 3.2).

Com o objetivo de validar as informações obtidas na revisão bibliográfica e na experiência desta autora, realizou-se pesquisa de campo em algumas obras de três empresas construtoras do setor imobiliário. As informações resultantes da pesquisa de campo são apresentadas no item 3.3 e referem-se a informações relativas ao conteúdo e à forma de utilização dos projetos para a produção de alvenarias de vedação, coletadas nas visitas em obras e nas entrevistas realizadas nas três empresas construtoras. Essas informações ratificam a descrição dos projetos para a produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado apresentada no item 3.2.

Com base na teoria estudada, nas informações de mercado, nas pesquisas de campo e na experiência profissional desta autora, que atua nas áreas de obra e projeto de edificações habitacionais há pelo menos quinze anos, faz-se na sequência (item 3.4) uma análise crítica dos projetos para a produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado e identificam-se lacunas a serem preenchidas.

3.1 OS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

Os projetos para produção de alvenarias de vedação, juntamente com os projetos de formas de madeira, foram os primeiros projetos para produção adotados no início da década de 90. Sua introdução no mercado da construção civil habitacional ocorreu com um objetivo muito ambicioso de tirar o domínio do processo construtivo da mão-de-obra e levar esse domínio para a engenharia.

Seu desenvolvimento teve origem no Convênio de Desenvolvimento Tecnológico para o Processo Construtivo Tradicional, firmado em 1988 através do GEPE – TGP : Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil da Escola Politécnica da USP e a Construtora Encol, que objetivava , segundo Barros (1998), desenvolver metodologias e procedimentos adequados à realidade das obras e que permitissem racionalizar as atividades construtivas e melhorar o desempenho dos edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional.

A implantação dos projetos para a produção de alvenarias de vedação revelou desde o início seu grande potencial, na prática, como uma importante ferramenta de coordenação de projetos. Sua importância aumentou quando foi reconhecido como uma ferramenta fundamental para a coordenação de todos os projetos conceituais.

Atualmente, os PPAV ocupam uma posição de destaque em relação aos demais projetos de produção no que diz respeito à gestão da produção. Segundo Peña, Franco (2004):

> “esse projeto traz incorporada uma síntese dos demais projetos do empreendimento, já compatibilizados, numa linguagem técnica voltada para a gestão racionalizada da produção, estabelecendo uma interface única entre todos os agentes envolvidos”.

A posição que a vedação vertical ocupa na edificação (subsistema que faz interface com grande parte dos demais subsistemas da edificação), faz com que ela seja considerada um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra. Desta forma, a falta de planejamento ou um mau planejamento da

produção das vedações verticais ocasiona interferências entre serviços, retrabalho e desperdícios.

Diversos trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos analisando a importância dos projetos para produção como ferramenta de planejamento da construção dos subsistemas que compõem o edifício e como elemento de transposição entre o projeto do produto e a obra (Martucci, 1990; Melhado, 1994; Franco; Agopyan, 1995; Melhado; Fabricio, 1998; Aquino; Melhado, 2001; Kamei; Franco, 2001).
Outros trabalhos propuseram metodologias para o desenvolvimento e a aplicação de projetos para produção (Franco, 1992; Souza, 1996; Maciel, 1997; Souza, 1997; Dueñas Peña, 2003; Silva, 2003; Aquino, 2004).

O PPAV foi originalmente concebido para ser elaborado internamente à construtora, uma vez que o domínio do processo construtivo é pré-requisito para seu desenvolvimento. Ao longo dos anos surgiram empresas especializadas em projetos para produção de alvenarias de vedação e atualmente a quase totalidade dos PPAV desenvolvidos é feita por essas empresas.

Outro aspecto a ser considerado é a inserção do projeto para a produção no ciclo de vida do empreendimento. Para que o PPAV exerça sua potencialidade como ferramenta integradora - que promove a coordenação dos projetos do edifício, a resolução de problemas na interface entre os subsistemas, a racionalização dos subsistemas através de soluções que buscam melhor desempenho do edifício como um todo em detrimento das partes - é necessário que o mesmo seja desenvolvido concomitantemente à concepção do produto.

Atualmente, é muito comum o projeto para produção de alvenarias de vedação ser desenvolvido após a finalização do detalhamento do projeto executivo. Nesses casos, o projeto para a produção não cumpre o seu papel principal, servindo apenas como um facilitador à execução, planejamento e gestão do serviço de alvenaria.

Diversos trabalhos foram realizados enfocando os projetos para produção de vedações verticais, conforme exemplificado a seguir.

Dueñas Peña (2003) propõe um método de elaboração de Projetos para Produção de Vedações Verticais com intenção de balizar e padronizar de forma didática o desenvolvimento do PPVV para os projetistas e também para servir como ferramenta de controle de contratação e análise crítica para as empresas construtoras. O método desenvolvido por Peña se limita ao escopo básico de PPVV, adotado pela quase totalidade das empresas de projeto e construtoras do mercado, deixando de lado elementos ligados à organização do canteiro e ao planejamento e controle da obra.

Silva, que foi coordenadora do projeto de pesquisa do citado convênio entre a Escola Politécnica e a Encol para o desenvolvimento do PPAV pioneiro propõe, em sua dissertação de mestrado, diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação a partir da investigação de práticas de projetar e construir, e discute perspectivas de evolução tecnológica do setor através da racionalização do processo construtivo tradicional de edifícios. A partir do resgate e sistematização das informações acerca da evolução tecnológica das alvenarias de vedação, propõe a adoção de projetos voltados à sua produção racionalizada como estratégia para otimização dos recursos materiais, humanos e energéticos investidos, além da minimização dos impactos ambientais negativos decorrentes das atividades produtivas da construção civil.

Aquino (2004) apresenta uma análise do desenvolvimento e da utilização de projetos para produção de vedações verticais na construção de edifícios. O foco de seu trabalho é o processo de projeto das empresas construtoras e a inserção do PPVV nesse processo. Enquanto o trabalho de Aquino verifica a contribuição do projeto de vedações verticais para a integração entre os diversos agentes do processo de produção, sua interface com a produção, as dificuldades existentes para sua implementação e utilização em obra, os seus benefícios e as tendências do mercado quanto ao seu aperfeiçoamento, e a partir da análise crítica propõe um modelo de desenvolvimento do processo de projeto, o presente trabalho enfoca a estrutura que um projeto para produção de alvenarias de vedação deve ter para contribuir com a construtibilidade da edificação e com o consequente aumento de eficiência na produção.

Melhado, et al (2005) tratam da coordenação de projetos de edificações e da integração entre concepção, projeto e execução de obras, destacando o papel do projeto de vedações verticais, e descreve sucintamente suas principais atividades e escopo.

Os objetivos e os escopos dos PPVV apresentados nos trabalhos pesquisados são identificados a seguir. Note-se que alguns dados referem-se a projetos para produção de vedações verticais de forma genérica, enquanto outros são diretamente ligados à produção de alvenarias de vedação.

O quadro da figura 3.1 resume os objetivos do projeto para produção de vedações verticais apresentados na bibliografia consultada.

FONTES DE PESQUISA	OBJETIVOS DEFINIDOS PELOS AUTORES PARA O PROJETO PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS (PPVV)
BARROS 1998a	RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA ATRAVÉS DE COORDENAÇÃO PRÉVIA
	SOLUÇÃO TÉCNICA AOS PROBLEMAS QUE NÃO SÃO DE DOMÍNIO DA PRODUÇÃO
FRANCO 1998	FERRAMENTA DE COORDENAÇÃO
	BASE PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DO SUBSISTEMA E DOS SUBSISTEMAS COM OS QUAIS TEM INTERFERÊNCIA
	DETALHAR TECNICAMENTE A PRODUÇÃO DESTE SUBSISTEMA
	CANAL DE COMUNICAÇÃO EFICIENTE ENTRE PROJETO E PLANEJAMENTO E A PRODUÇÃO
	BASE PARA CONTROLE DA PRODUÇÃO DA VEDAÇÃO VERTICAL
SILVA 2003	ASSEGURAR ÀS VEDAÇÕES VERTICAIS O DESEMPENHO SATISFATÓRIO DE SUAS FUNÇÕES FRENTE A CONDIÇÕES ESPECÍFICAS A QUE ESTARÃO EXPOSTAS EM SERVIÇO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DO EDIFÍCIO
MELHADO 2005	RACIONALIZAR A EXECUÇÃO
	OBTER ALINHAMENTO E PRUMO DA VEDAÇÃO VERTICAL
	EVITAR RETRABALHO E NECESSIDADE DE REGULARIZAÇÃO DE PAREDES
	GARANTIR CUSTOS ADEQUADOS E MÁXIMO DESEMPENHO DAS VEDAÇÕES COM BAIXA INCIDÊNCIA DE FALHAS E PROBLEMAS PATOLÓGICOS

Figura 3.1 – Objetivo do Projeto para Produção de Vedações Verticais

São relacionados a seguir os conteúdos e escopos de projeto para produção de vedações verticais apresentados por Barros (1998), Dueñas Peña (2003), Silva (2003), Melhado et al (2005) e o escopo de projeto para produção de vedações verticais do Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Vedações Verticais e Revestimentos.

Barros (1998a, p.34) destaca que para atender realmente às necessidades da produção, um projeto de alvenaria deve contemplar:

Posicionamento da primeira fiada a partir de um eixo pré-estabelecido na obra e coincidente com os demais projetos;

- a planta de primeira e segunda fiadas (distribuição dos componentes);
- as elevações das paredes contendo instalações ou aberturas;
- as características das juntas entre componentes e na ligação alvenaria-estrutura;
- as características das juntas de controle;
- as características das amarrações entre fiadas;
- as características e o posicionamento da amarração da alvenaria com a estrutura;
- posicionamento, o dimensionamento e as características de produção de vergas e contravergas;
- posicionamento e as características das passagens das instalações, tanto nas elevações quanto na laje, considerando-se sempre as cotas acumuladas a partir do eixo de referência;
- as características da argamassa de assentamento a ser empregada.

Dueñas Peña (2003), ao desenvolver um método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria, adotou um escopo básico para exemplificá-lo. Esse escopo representa a prática consolidada no mercado, por se tratar do conteúdo integrante da maior parte dos projetos para produção de vedações verticais (PPVV) objeto de estudo.

O conteúdo do escopo básico é composto por:

- planta de conferência;
- planta de locação dos eixos de alvenaria;
- plantas de marcação de 1ª e 2ª fiadas;
- plantas das passagens de elétrica e hidráulica;
- caderno de detalhes;
- caderno de elevações;
- caderno de recomendações e especificações técnicas.

Durante o desenvolvimento do seu trabalho, Dueñas Peña pôde constatar através dos estudos de caso que realizou, que:

- o PPVV encontra-se consolidado e padronizado no mercado;
- as diferenças encontradas entre os ppvv produzidos pelos escritórios especializados no mercado são: representação gráfica, análise técnica e conceitual, detalhamento, procedimentos, especificações técnicas e retroalimentação do projeto;
- o escopo básico apresentado acima não incorpora todos os elementos ligados à organização do canteiro e ao planejamento e controle da obra, contrariando os conceitos de projetos para a produção.

Segundo Silva (2003) o projeto para produção de alvenarias deve definir claramente a tecnologia de produção das vedações verticais, envolvendo:

- espessuras e posicionamento das paredes em relação aos elementos estruturais;
- espessuras de juntas horizontais e verticais em função da modulação adotada;
- características de preenchimento das juntas entre componentes e nas ligações parede-parede e parede-estrutura;
- amarração das juntas verticais com definição do aparelho da alvenaria;
- caracterização e posicionamento das juntas de controle;
- união entre paredes;
- fixação lateral e de topo das paredes à estrutura;
- conformação dos vãos de portas e janelas;

- posicionamento, dimensionamento e características de produção de vergas e contravergas;
- sistemas de fixação das esquadrias;
- posicionamento e características das passagens de instalações e sistema de fixação das tubulações;
- incorporação de quadros de distribuição, caixas de passagem, dentre outros.

A mesma autora complementa que, para transmitir as informações acima citadas à mão-de-obra responsável pela sua execução, são utilizados basicamente dois recursos de representação: plantas de fiadas e elevações e como recurso complementar detalhes construtivos associados às especificações técnicas.

Silva (2003) ressalta a importância da proximidade do projeto com a produção e exemplifica a possibilidade de ajuste fino entre as necessidades da obra e o conteúdo dos projetos. Segundo a autora:

> "Os projetos para produção têm incorporado definições que, conceitualmente, já estariam contempladas pelos projetos de produto (..) Definições essenciais à produção das alvenarias não têm integrado seu conteúdo, sobretudo quando relacionadas à gestão e ao controle do processo de produção, incluindo orçamento, produtividade estimada, logística, etc." Silva (2003, p.135).

Melhado et al (2005) apresentam uma tabela adaptada de Dueñas Peña (2003) que descreve de forma sintética as principais atividades e elementos do desenvolvimento de projetos de vedações verticais. Os elementos são relacionados a seguir:

- planta de conferência;
- planta de locação de eixos;
- planta de marcação;
- planta de passagens de instalações;
- caderno de elevações de paredes;
- caderno de detalhes, recomendações e especificações técnicas;
- formas de estoque e processamento dos materiais e componentes, equipamentos e transporte.

Consideram que para desenvolver elementos que constituam realmente um projeto para produção é necessário que se defina conceitos ligados a execução, planejamento e controle da obra, conforme exemplificado a seguir:

- formas de estoque e processamento dos materiais e componentes, equipamentos e transporte;
- condições para o início da execução das paredes;
- frentes de trabalho;
- seqüência de preparo da estrutura, envolvendo elementos de fixação das paredes, onde tiverem sido previstos;
- seqüência de demarcação, de elevação e de fixação das paredes;
- vistas em elevação das paredes, considerando interfaces com as instalações e as esquadrias;
- quantificação de materiais e componentes;

- procedimentos de execução e controle;
- equipamentos e ferramentas para execução e controle;
- intervalos mínimos de tempo que devem ser respeitados entre os serviços.

Nos estudos de caso desenvolvidos por Aquino (2004) em quatro empresas construtoras, foi evidenciado mais uma vez que o conteúdo dos projetos para produção de vedações verticais se restringia a informações sobre:

- Locação de paredes;
- Marcação da primeira fiada;
- Plantas de distribuição elétrica;
- Plantas de furação hidráulica;
- Elevações das paredes;
- Detalhes construtivos;
- Quantitativos de materiais;
- Quantitativos de peças pré-moldadas (vergas e contravergas).

Em nenhum dos casos estudados deparou-se com informações referentes à **logística e transporte de materiais, layout de canteiro, planejamento da execução do serviço, seqüenciamento de fases e produtividade projetada.**

Mais recentemente, em 2008, foi desenvolvido e publicado o Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Vedações Verticais e Revestimentos, passando a fazer parte do conjunto de Manuais de Escopo de Projetos e Serviços para a Indústria Imobiliária[1].

Esses manuais foram desenvolvidos através de parceria entre entidades representativas do setor de projetos (ABECE,ABRASIP e ASBEA) com participação das entidades setoriais representativas dos contratantes de projetos do setor imobiliário e da construção (Secovi-SP, Sindinstalação e Sinduscon-SP), com o objetivo de definir e detalhar de forma abrangente, o fluxo de atividades que a elaboração de projetos de vedações verticais e revestimentos da indústria imobiliária exige.

Foram definidos os fluxos de atividades para os diversos projetos e qual o conteúdo necessário para cada fase, bem como os agentes participantes do processo e suas respectivas responsabilidades.

---

[1] MANUAIS DE ESCOPO DE PROJETOS E SERVIÇOS. Conjunto de manuais voltados para todas as áreas de projeto de todas as disciplinas necessárias à realização dos empreendimentos imobiliários, que visa estabelecer as relações técnicas e contratuais entre todos os intervenientes da cadeia produtiva, visando a satisfação do usuário final. Esse conjunto compreende os projetos e serviços de Coordenação de Projeto, Arquitetura, Estrutura, Instalações Prediais, Ar condicionado e Ventilação Mecânica, Paisagismo, Automação e Segurança, Impermeabilização, Revestimento e Acústica e está disponível para download nos sites das entidades patrocinadoras.

Os serviços foram classificados em três categorias: serviços essenciais, serviços específicos e serviços opcionais. Foram classificados como serviços essenciais: aqueles que devem estar presentes no projeto de todo e qualquer empreendimento; serviços específicos: os que devem estar presentes em condições particulares de empreendimentos, segundo suas características, tipologia e localização, ou condições particulares da estratégia e dos métodos de gestão adotados pelo contratante e como serviços opcionais: os que não fazem parte das categorias acima, mas podem agregar valor ao atendimento às necessidades e características gerenciais e técnicas de cada contratante.

Os serviços de projeto de vedações verticais, acima citados, integram o conjunto das demais atividades de projeto, igualmente divididas nas seguintes “fases de projeto”: concepção do produto; definição do produto; identificação e solução de interfaces de projeto; detalhamento de projetos; pós-entrega de projetos e pós-entrega da obra. A distribuição do conteúdo apresentado no Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Vedações (2009) nas diversas fases do empreendimento está representada a seguir:

Fase A – Concepção do Produto

Serviços Essenciais

- apoio à concepção do empreendimento e de sua implantação;
- levantamento de requisitos de desempenho para as vedações verticais;
- apresentação de alternativas tecnológicas;
- definição da coordenação dimensional horizontal e vertical.

Fase B – Definição do Produto

Serviços Essenciais

- definições das soluções técnicas de vedações verticais;
- análise crítica de procedimentos de execução existentes para vedações verticais;

- levantamento preliminar das interfaces com os demais projetos.

Serviços Específicos

- definição de métodos construtivos para as vedações verticais.

Serviços Opcionais

- compatibilização do pavimento.

Fase C – Identificação e Solução de Interfaces de Projeto

Serviços Essenciais

- definições dos parâmetros dimensionais para os projetos de vedações verticais, identificação das incompatibilidades entre os projetos de vedações e os demais projetos;
- consolidação a análise crítica das demais especialidades;
- ajuste dimensional horizontal e vertical;
- elaboração da planta de consolidação dos conceitos construtivos;
- definição dos requisitos de desempenho dos materiais e componentes;
- validação dos eixos de coordenadas.

Serviços Específicos

- diretrizes para sistemas de produção
- análise das opções de planta

Serviços Opcionais

- visita técnica à unidade modelo do stand de vendas
- verificação de produção de material promocional
- compatibilização do pavimento

Fase D – Detalhamento de Projetos

Serviços Essenciais

- verificação consolidada dos projetos das demais especialidades;
- elaboração da planta de marcação da 1ª fiada das alvenarias;
- elaboração da planta de marcação dos pontos de sistemas prediais nas lajes dos pavimentos contratados;
- elaboração das elevações das paredes para os pavimentos contratados;
- quantificação dos componentes de vedação para os pavimentos contratados;
- detalhamento construtivo para o pavimento contratado;
- planta de marcação por eixos de coordenadas;
- verificação consolidada dos projetos das demais especialidades.

Serviços Específicos

- elaboração da planta de amarração na estrutura;
- levantamento da área das vedações verticais;
- procedimento de execução dos componentes complementares das vedações verticais;
- procedimentos de execução das vedações verticais não detalhados pelo contratante.

Serviços Opcionais

- procedimento de execução dos componentes produzidos em obra;
- projeto para produção de vedações verticais para personalização de unidades;
- elaboração da planta de marcação da segunda fiada para os pavimentos contratados;
- compatibilização do pavimento;
- procedimento de execução dos componentes complementares das vedações verticais.

Fase E – Pós-Entrega de Projetos

Serviços Essenciais

- apresentação do projeto para a equipe de execução de obras;
- visita técnica para a validação da execução das vedações verticais.

Serviços Específicos

- treinamento da mão-de-obra quanto à utilização do projeto;
- visita técnica ao protótipo de obra.

Serviços Opcionais

- elaboração do manual do proprietário;
- alterações de projeto;
- orientação sobre procedimentos de execução;
- desenho *as built;*
- preparação de manual de operação e manutenção dos sistemas.

Fase F – Pós-Entrega da Obra

Serviços Essenciais

- avaliação e validação do processo de projeto.

Observa-se que o escopo do projeto para produção de vedações verticais do manual acima citado está visivelmente orientado a discriminar o conteúdo da prestação de serviços que os escritórios de projeto para produção costumam ofertar no mercado, desde a fase de concepção do produto até o pós-obra.

Analisando-se criticamente os itens que compõem os serviços essenciais, principalmente os serviços relativos às fases D e E (detalhamento de projetos e pós-entrega de projetos respectivamente) pode-se dizer que um projeto para produção

desenvolvido dentro desse escopo não se enquadra na definição utilizada para projeto para produção neste trabalho (conforme definido na página 42).

Incluindo-se os serviços relacionados como específicos e opcionais, não há mudança significativa nessa situação, pois o projeto para produção não apresenta indícios de interação com o processo de produção das vedações. Itens referentes a projeto de canteiro, logística de recebimento, transporte e armazenamento de materiais, planejamento da seqüência de execução dos serviços, informações quanto a índices de produtividade e procedimentos de execução e controle dos serviços continuam à margem do projeto.

O quadro apresentado na figura 3.2 sintetiza os escopos dos PPVV apresentados anteriormente, com o objetivo de possibilitar melhor visualização dos dados coletados na bibliografia consultada.

ELEMENTO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS (PPVV)	BARROS 1998a	SILVA 2003	PEÑA 2003	AQUINO 2004	MELHADO ET AL 2005	MANUAL 2008
PLANTA DE CONFERÊNCIA			X		X	
PLANTA DE LOCAÇÃO DOS EIXOS DE ALVENARIA	X		X	X	X	X
PLANTA DE CAMINHAMENTO DE ELÉTRICA	X		X	X	X	X
PLANTA DE FURAÇÕES HIDRÁULICAS	X		X	X	X	X
PLANTA DE MARCAÇÃO DE 1ª FIADA	X	X	X	X	X	X
PLANTA DE MARCAÇÃO DE 2ª FIADA	X	X	X			
CADERNO DE ELEVAÇÕES	X	X	X	X	X	X
CADERNO DE DETALHES,RECOMENDAÇÕES E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	X	X	X	X	X	X
QUANTITATIVOS DE MATERIAIS				X	X	X
QUANTITATIVOS DE PEÇAS PRÉ-MOLDADAS				X	X	X
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO					X	

Figura 3.2 – Quadro comparativo de elementos do PPVV

A partir da análise do quadro acima, constata-se uma predominância de itens referentes à modulação das paredes em detrimento de itens de planejamento e controle de produção.

Neste trabalho, entende-se que o objetivo do projeto para a produção deve ser a *definição completa e precisa* do subsistema de um edifício a que se refere, neste

caso específico alvenarias de vedação, de modo que a sua produção em canteiro possa ser feita em sua plenitude com base exclusivamente no seu projeto para produção.

Para atender a esse objetivo, o projeto para produção de alvenarias de vedação deve reunir informações sobre: o processo construtivo, as técnicas construtivas, os materiais e componentes, o planejamento e logística de produção, critérios de aceitação e procedimentos de gestão, conforme relação apresentada a seguir:

- características do processo construtivo (por exemplo: estrutura reticulada em concreto armado moldada “in loco” com fechamento em alvenarias de vedação);
- características 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 preparo da argamassa);
- quantitativos dos componentes e materiais para aquisição;
- definição de ferramentas e equipamentos necessários;
- quantitativos de áreas de paredes 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 seqüenciamento 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, etc.

O atendimento a todos esses itens permite que o projeto para a produção de alvenarias de vedação desempenhe papel de integrador e de indutor da vantagem competitiva nas empresas construtoras.

3.2 OS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS.

Devido à predominância, na construção civil de São Paulo, de edifícios residenciais construídos em estrutura de concreto com vedações em alvenaria de blocos (cerâmicos ou de concreto) ou alvenaria estrutural com vedação interna em alvenaria de blocos de concreto, o projeto para produção de alvenarias de vedação continua a ser o mais conhecido dos projetos para produção adotados na construção de edifícios habitacionais.

Segundo Aquino (2004) a forma como o PPAV é contratado, os responsáveis pela sua execução e os responsáveis pela execução dos serviços de alvenaria no canteiro de obras variam conforme a empresa. Dentre os diversos modelos de

contratação, dois são predominantes. No primeiro, a construtora contrata um único projetista especializado em PPAV e a utiliza de mão-de-obra própria ou de terceiros para a execução das alvenarias. No segundo modelo mais encontrado, a 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 (AQUINO, 2004).

Ao desenvolver um projeto para a 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.

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 de alvenaria tenha que elaborar um projeto com características diferentes para cada empresa construtora.

A descrição dos projetos para produção de alvenarias de vedação disponíveis no mercado, apresentada a seguir, baseia-se na análise de projetos desenvolvidos por três empresas de projeto especializadas, que têm representatividade no mercado imobiliário.

Os temas abordados, nos itens 3.2.1 e 3.2.2 respectivamente, são: o conteúdo dos projetos para produção das alvenarias de vedação e sua representação gráfica e as interfaces com a produção e com outras áreas da empresa construtora.

3.2.1 Conteúdo e Representação Gráfica

O conteúdo e a forma de apresentação dos projetos para produção de alvenarias de vedação em utilização no mercado de construção de edifícios habitacionais multipavimentos apresentam pequenas variações. Observa-se atualmente uma preocupação maior com a facilidade de visualização e manuseio do projeto para a produção pela equipe do canteiro de obras. A adoção de plotagem colorida para os projetos para produção de alvenarias é um indício dessa preocupação.

O PPAV é composto basicamente por plantas, elevações e detalhes construtivos.

As plantas que fazem parte da maioria dos PPAV são: Planta de Marcação de Primeira Fiada, Planta de Distribuição Elétrica e Planta de Furação Hidráulica. Em alguns casos observa-se a existência de uma Planta de Segunda Fiada. A apresentação dessas plantas é feita em folhas coloridas em formato A0 ou A1.

A planta de marcação de primeira fiada mostra a locação das paredes em relação aos eixos de referência da obra através de cotas acumuladas, identifica as espessuras de bloco por tipo de parede e apresenta a modulação horizontal das alvenarias (distribuição dos blocos e juntas verticais em planta).

Nos projetos em que não são fornecidas plantas de segunda fiada, a planta de marcação de primeira fiada incorpora informações quanto ao posicionamento de telas metálicas e caixas elétricas e definição de alturas de peitoril.

A planta de distribuição elétrica mostra as tubulações elétricas embutidas em laje, constantes no projeto de instalações elétricas, e loca o posicionamento de caixas de passagem embutidas e das descidas e subidas da tubulação em relação aos eixos de referência da obra através de cotas acumuladas.

A planta de furação hidráulica loca as tubulações constantes no projeto de instalações hidráulicas em relação aos eixos de referência da obra através de cotas acumuladas.

As informações referentes às elevações das paredes e detalhes construtivos são apresentadas pela maioria dos projetistas especializados em cadernos em formato A4. As elevações também são encontradas em formato A3 e A0. Observa-se a adoção de formato A0 quando a opção é detalhar apenas algumas paredes do pavimento, normalmente aquelas que têm interferência com instalações hidráulicas.

A primeira folha do caderno de elevações mostra a planta de distribuição de paredes, que identifica a numeração de todas as paredes do pavimento tipo e a vista que será detalhada na elevação. As folhas seguintes apresentam legendas, família de blocos considerados no projeto, especificação de telas, peças especiais (vergas e contravergas), modulação vertical e detalhes construtivos, tais como fixação de tela metálica, preenchimento de juntas e execução de vãos de portas e janelas. Alguns projetos incluem o quantitativo de blocos e peças pré-moldadas para o pavimento tipo.

As elevações das paredes indicam a modulação das alvenarias, a interface com alvenarias e estrutura, o posicionamento das telas metálicas de amarração, as folgas para nivelamento e fixação, os vãos de portas e janelas, as instalações elétricas e hidráulicas e de ar condicionado e os vãos que devem ser deixados para passagem de tubulações.

3.2.2 Interfaces com a produção e com outras áreas da empresa

Conforme descrito anteriormente neste trabalho, prevalece no mercado de construção civil habitacional a contratação do projeto para a produção de alvenarias de vedação após o desenvolvimento do projeto executivo do empreendimento.

Há casos em que a construtora contrata o PPAV ainda na fase de desenvolvimento de projetos e um representante da produção participa das reuniões de projeto; nesses casos há um contato inicial do projetista de vedações com o(s) técnico(s) que atuam na supervisão da produção.

A contratação do projeto parte de profissionais da área técnica lotados no escritório da construtora, que podem pertencer às áreas de projeto e construção. Quando existe na estrutura da construtora uma área de projetos, esta é a responsável por fazer com que as informações referentes ao processo construtivo sejam transmitidas ao projetista de vedações e por receber e aprovar o projeto para em seguida enviá-lo à equipe de produção do canteiro de obras. Em alguns casos há uma apresentação do projeto para produção de alvenarias de vedação para a equipe de obra, feita pelo próprio projetista.

Na maior parte das vezes, o primeiro e único contato que o projetista tem com a equipe de produção é a avaliação do protótipo de alvenarias do pavimento tipo. Esse protótipo ocorre após a execução das paredes do primeiro pavimento tipo e tem como objetivo levantar as interferências encontradas, propor alternativas e validar soluções.

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

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS VISITADOS E SUA FORMA DE UTILIZAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS.

Para cada empresa construtora visitada, escolheu-se como objeto de análise um empreendimento específico e seu respectivo projeto para produção de alvenarias de vedação, com o objetivo de ilustrar este trabalho e avaliar o conteúdo dos projetos, bem como sua utilização pela equipe de produção.

Os empreendimentos visitados estavam em fase de execução de alvenarias de vedação, o que permitiu o acompanhamento dos serviços, a visualização da utilização do projeto e entrevistas com os oficiais responsáveis pela execução dos serviços, com encarregados e com a engenharia da obra.

As três empresas construtoras objeto do estudo de campo, denominadas neste trabalho como C1, C2 e C3 atuam no mercado imobiliário de São Paulo. Os empreendimentos visitados escolhidos (E1, E2 e E3) são edifícios residenciais de médio e alto padrão em estrutura reticulada de concreto armado e fechamento em alvenarias de vedação em blocos cerâmicos ou de concreto.

A seguir são apresentados os dados referentes aos empreendimentos escolhidos:

3.3.1 Empreendimento E1

O PPAV, utilizado no empreendimento E1 e nos demais empreendimentos da construtora C1, foi desenvolvido por empresa especializada, que além de desenvolver o projeto para a produção de vedações, possui mão-de-obra especializada para a execução das alvenarias. Esse formato de contratação de serviços surgiu a partir de parceria desenvolvida por essa empresa especializada com um fornecedor de blocos cerâmicos, que resultou na criação de um sistema de blocos projetados com a finalidade de proporcionar aumento de produtividade na execução dos serviços e garantia de qualidade dos mesmos.

A construtora C1 considera esse modelo de contratação adequado ao seu processo de trabalho, uma vez que estabeleceu parceria com o fornecedor do sistema de blocos e tem obtido bons resultados: atendimento aos prazos, garantia de qualidade e atendimento aos custos previstos. Nesse formato de contratação, o PPAV é contratado e desenvolvido após a conclusão dos projetos executivos do empreendimento e preferencialmente com uma antecipação em relação à concretagem da primeira laje tipo. Essa antecedência tem como objetivo disponibilizar as informações necessárias à execução da estrutura dos pavimentos

tipo evitando tomadas de decisão em obra. Especificamente no empreendimento selecionado para o estudo, a contratação do serviço se deu após a concretagem dos primeiros pavimentos tipo.

O conteúdo do PPAV do E1 é composto por quatro plantas em formato A0, denominadas Planta de locação de paredes (figura 3.3), Planta de marcação de primeira fiada (figura 3.5), Planta de locação elétrica (figura 3.7) e Planta de locação de hidráulica (figura 3.9) e pelo Caderno de Elevações e Detalhes em formato A4, que são apresentados a seguir:

3.3.1.1 Planta de locação de paredes

A Planta de locação de paredes (figura 3.3) indica a posição das paredes e dos vãos, cotados a partir de um mesmo eixo de coordenadas XY. Além disso, estão indicados os números das paredes, a espessura dos blocos que as compõem, o posicionamento e comprimento das telas de amarração, dimensões de espaletas, vãos de porta e vãos de janela, dimensões de paredes dos shafts e medidas internas dos ambientes, conforme detalhe ampliado (figura 3.4).

Essa planta é utilizada pelo “marcador”, oficial pedreiro cuja função é fazer a locação dos pontos de início para elevação das alvenarias e dos pontos de intersecção entre paredes, além da distribuição dos blocos da primeira fiada.

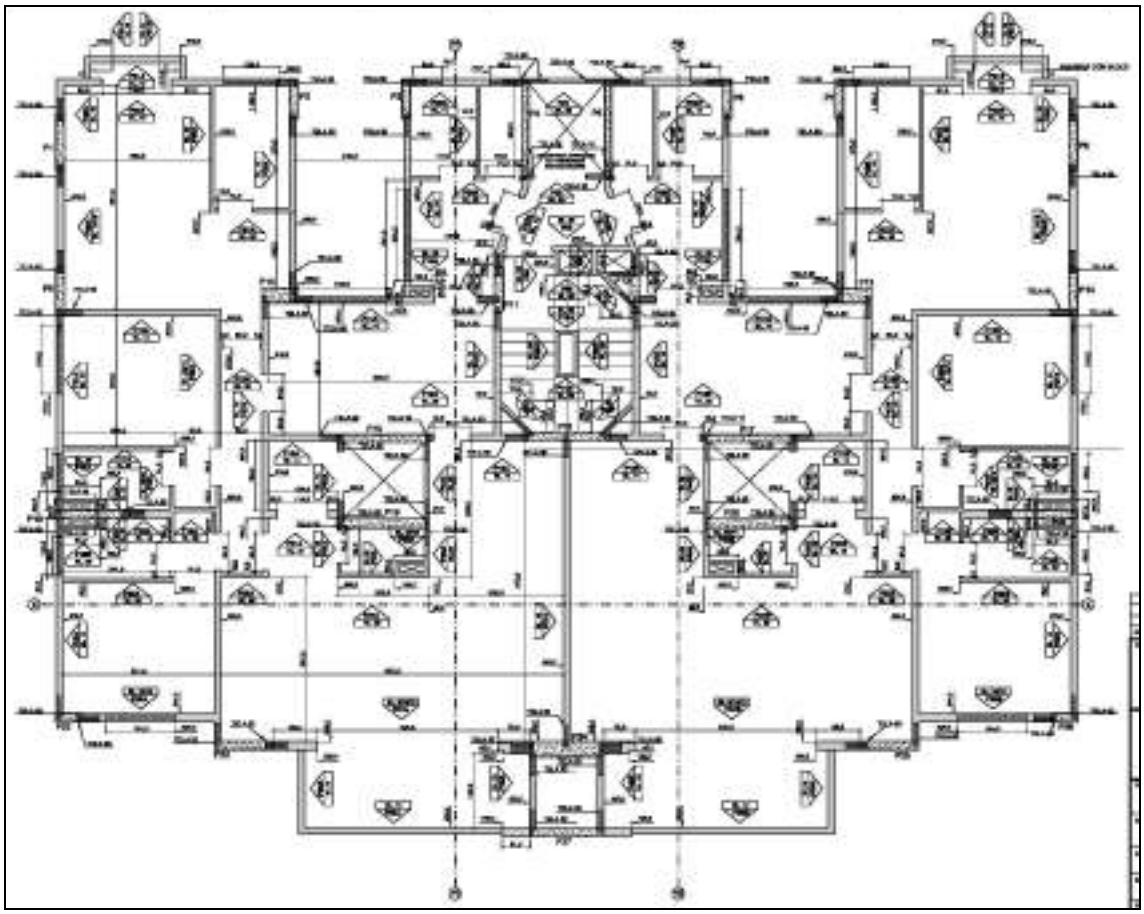


Figura 3.3– Planta de locação de paredes – E1 (Tecno-Logys, 2003)

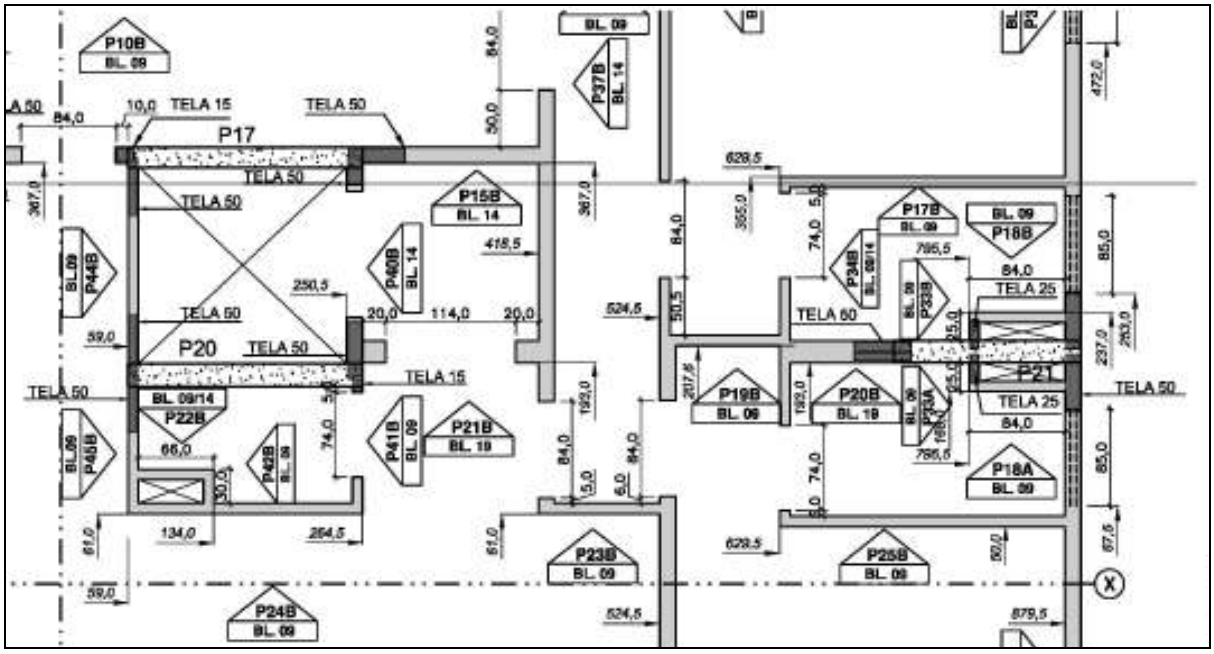


Figura 3.4 – Detalhe ampliado de locação de paredes – E1 (Tecno-Logys, 2003)

3.3.1.2 Planta de marcação de primeira fiada

A Planta de marcação de primeira fiada (figura 3.5) indica os números das paredes, a espessura dos blocos que as compõem, a distribuição dos blocos por parede, as espessuras e formas de preenchimento das juntas verticais consideradas, dimensões de espaletas, de vãos de porta e dimensões de paredes dos shafts, conforme detalhe ampliado (figura 3.6).

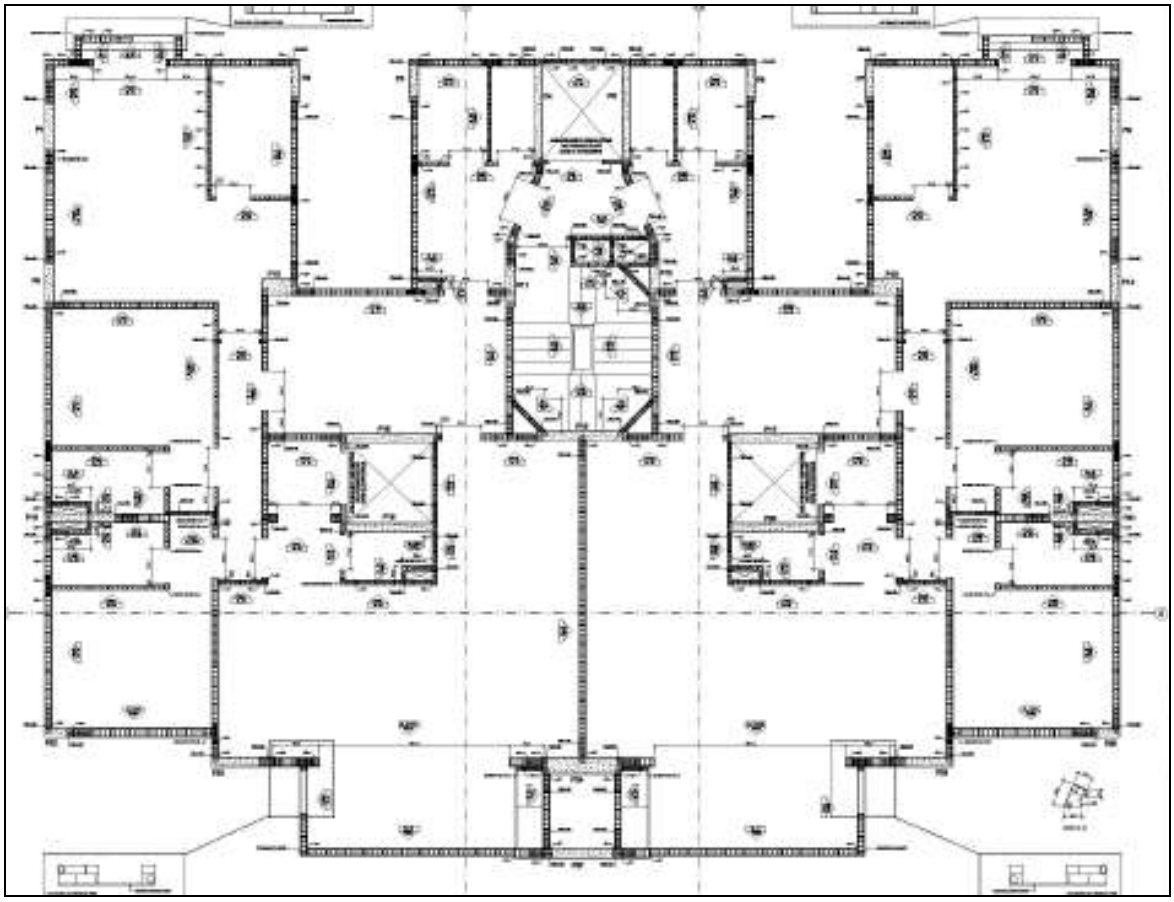


Figura 3.5 – Planta de marcação de primeira fiada – E1 (Tecno-Logys, 2003)

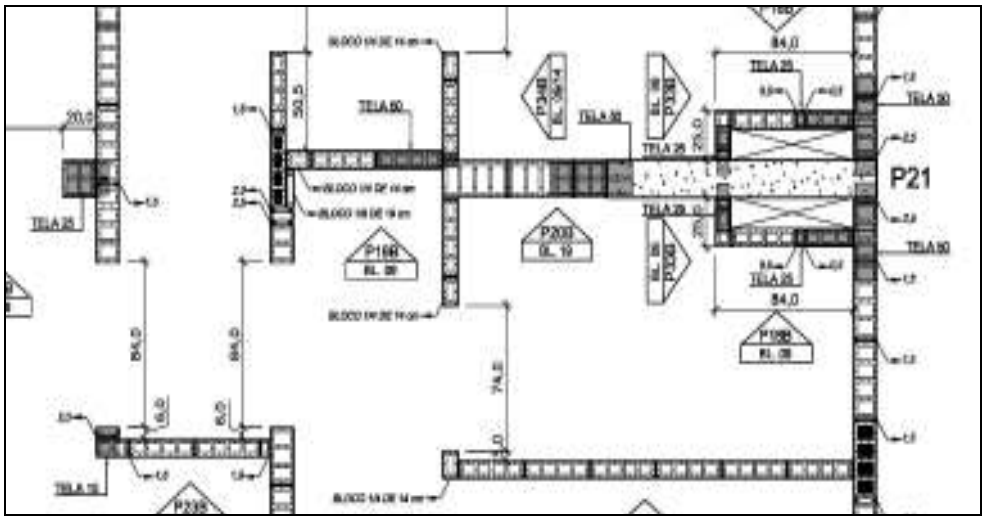
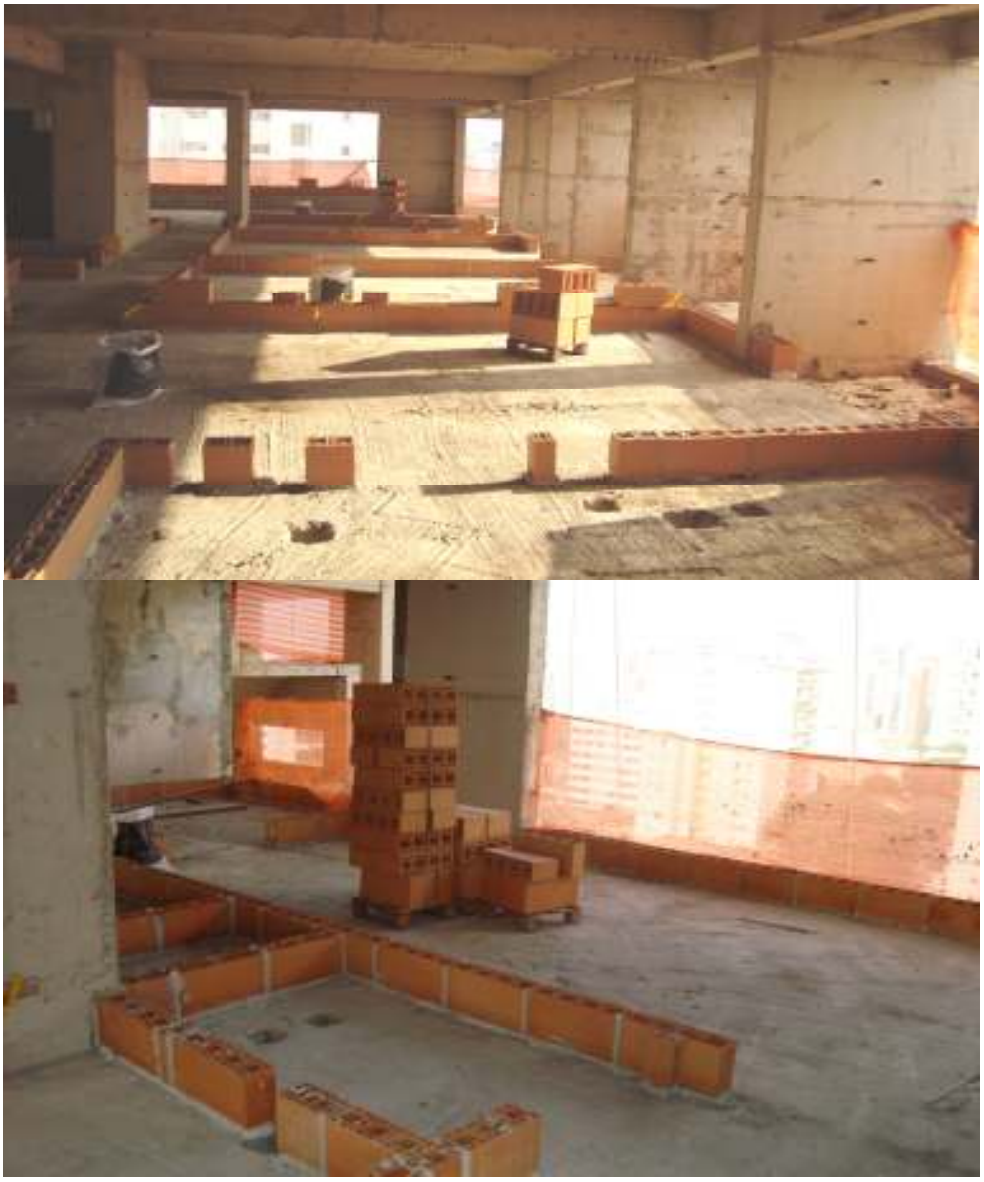


Figura 3.6 – Detalhe ampliado de marcação de primeira fiada – E1 (Tecno-Logys, 2003)



Fotos 3.1 e 3.2– Marcação de primeira fiada – E1

3.3.1.3 Planta de locação de elétrica

A Planta de locação de elétrica (figura 3.7) indica os caminhos e os diâmetros dos eletrodutos embutidos em laje, bem como o posicionamento das subidas e descidas dos mesmos. As caixas de passagem são cotadas a partir da face de alvenarias próximas e os pontos de subida e descida dos eletrodutos são indicados a partir da furação dos blocos (não há medidas para sua locação exata), conforme detalhe ampliado (figura 3.8).

No processo construtivo tradicional, em que as tubulações elétricas são embutidas nas lajes de concreto, é necessário que a sua locação seja feita previamente à concretagem das lajes. Nesse momento, as referências disponíveis são os eixos de locação do pavimento tipo e a locação das paredes no assoalho. A indicação em projeto dos pontos de subida e descida a partir da furação dos blocos não é suficiente para que se execute a locação de elétrica corretamente. Em decorrência, os operários responsáveis pelo serviço tomam decisões no campo, no momento da execução dos serviços, definindo a locação dos pontos a partir do projeto de elétrica e de medidas tiradas em escala.

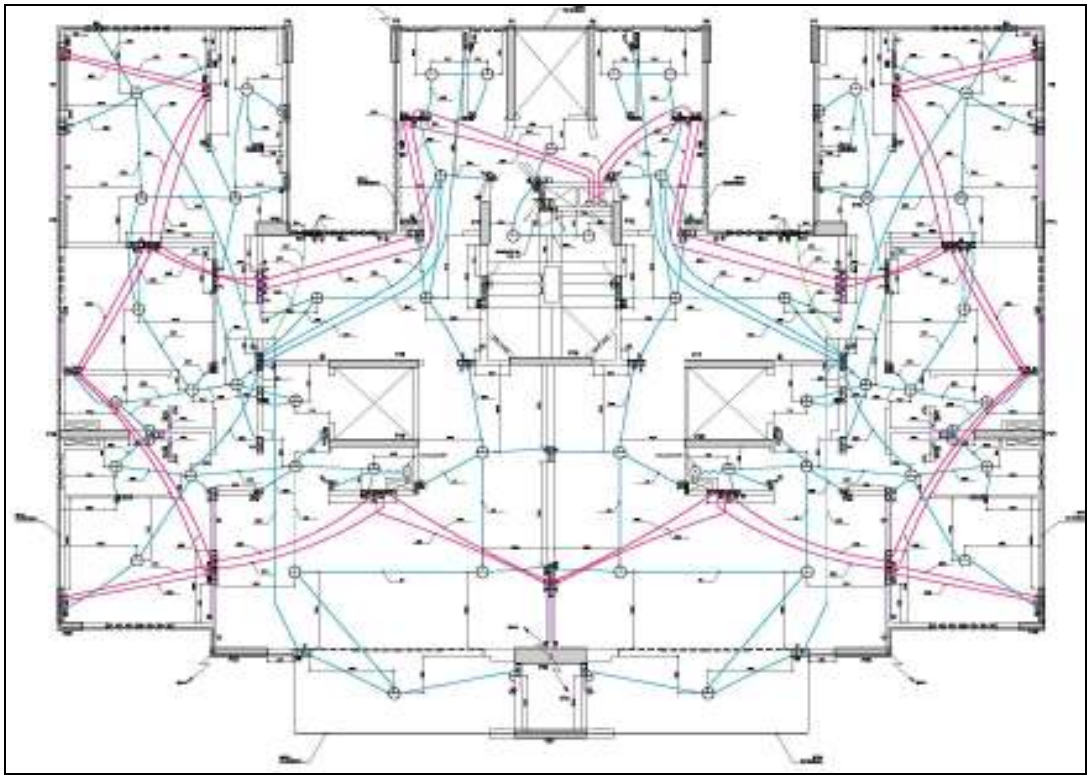


Figura 3.7 - Planta de locação de elétrica – E1 (Tecno-Logys, 2003)

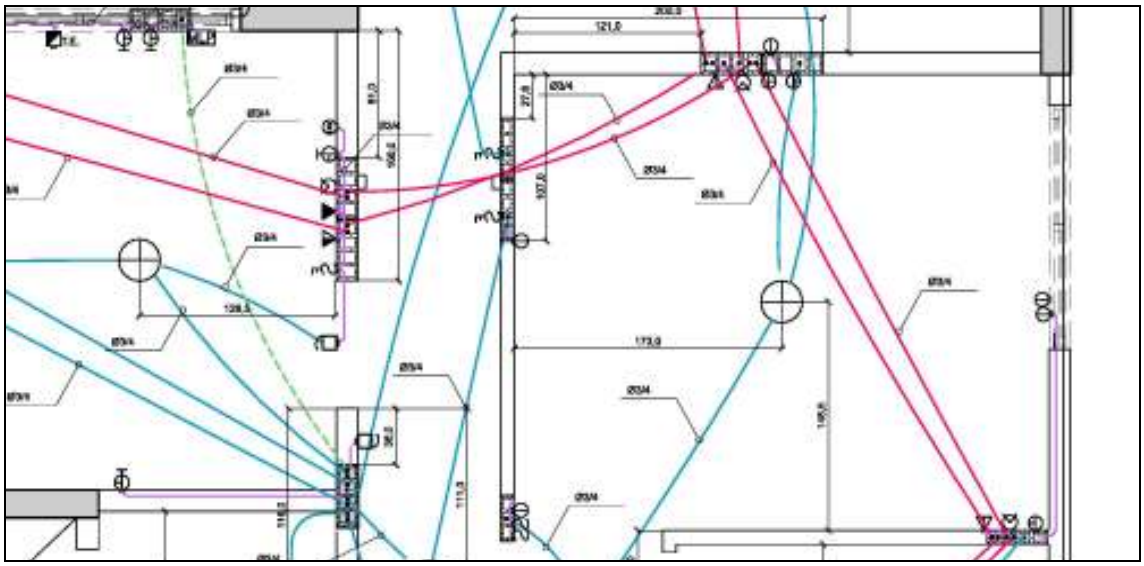


Figura 3.8 – Detalhe ampliado de locação elétrica – E1 (Tecno-Logys, 2003)

3.3.1.4 Planta de locação de hidráulica

A Planta de locação de hidráulica (figura 3.9) indica as furações hidráulicas cotadas a partir da face das paredes próximas, conforme detalhe ampliado (figura 3.10).

Para o processo construtivo utilizado pela construtora C1, que é a adoção de caixas de madeira para passagens em laje e posicionamento e fixação das tubulações hidráulicas num momento posterior à execução das alvenarias, o nível de precisão e detalhe constantes no projeto são suficientes.

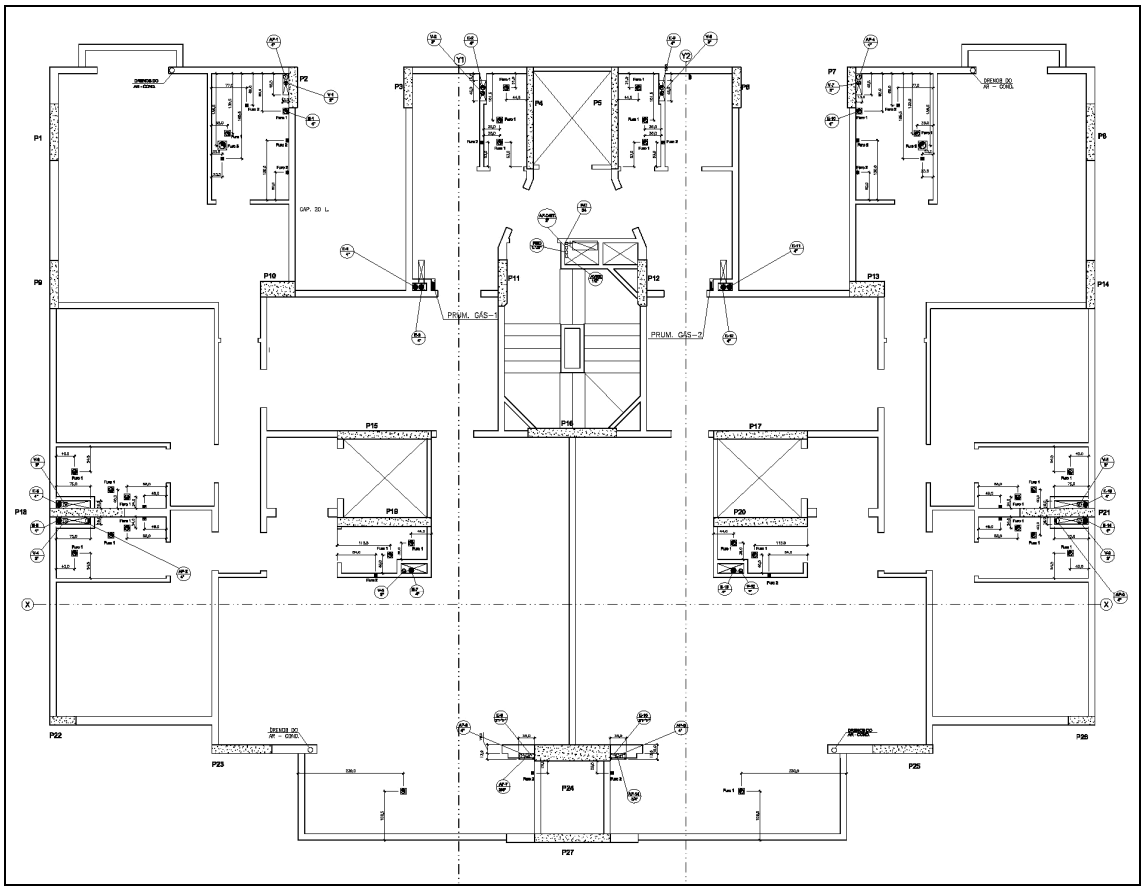


Figura 3.9 – Planta de locação de hidráulica – E1 (Tecno-Logys, 2003)

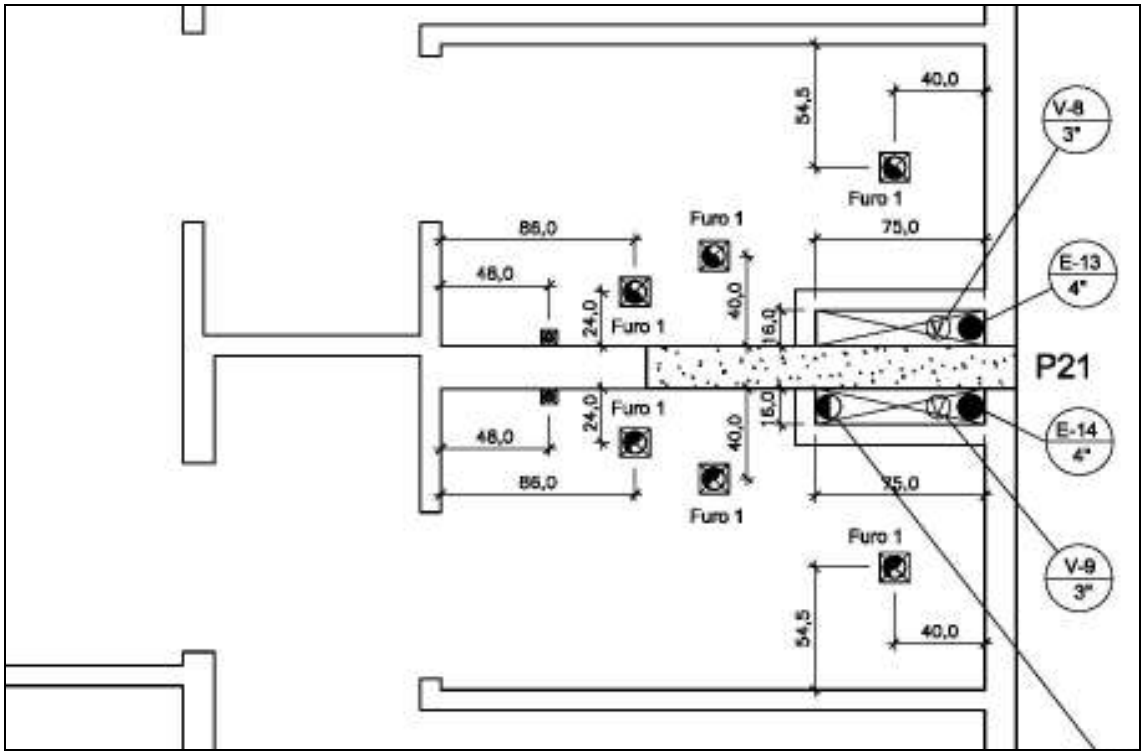


Figura 3.10 – Detalhe ampliado de locação de hidráulica – E1 (Tecno-Logys, 2003)

3.3.1.5 Caderno de Elevações e Detalhes

O Caderno de Elevações e Detalhes é formado por folhas preto e branco, em formato A4 e seu conteúdo inclui detalhes construtivos e elevações de todas as paredes do pavimento tipo.

3.3.1.5.1 Detalhes Construtivos

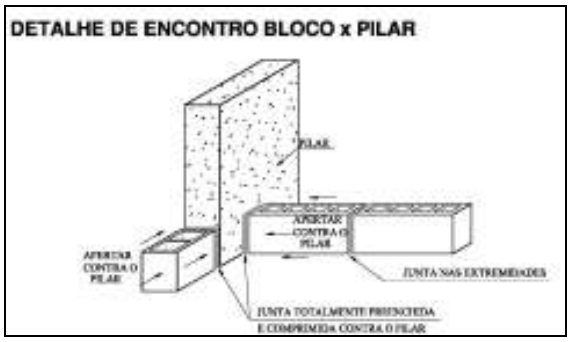
O Caderno de Elevações e detalhes é formado por detalhes construtivos (figuras 3.11 a 3.14) referentes à amarração das paredes, à forma de execução das alvenarias, às peças especiais necessárias, à interface com instalações elétricas, à modulação vertical adotada, conforme apresentado a seguir.

O detalhe de fixação de tela em pilar (figura 3.11) identifica as dimensões das telas que devem ser utilizadas para a amarração das alvenarias com a estrutura de concreto, sua forma de colocação e fixação.

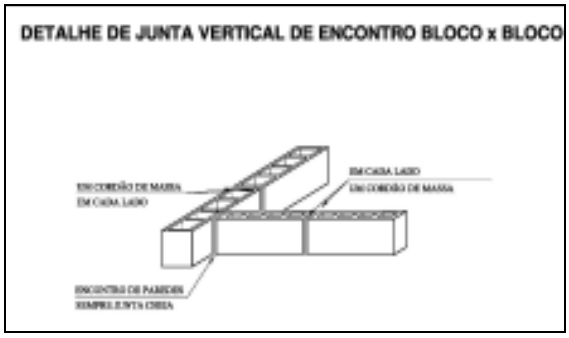
Os detalhes para execução de encontro bloco x pilar (figura 3.12) e bloco x bloco (figura 3.13) ilustram as técnicas que devem ser adotadas para a execução dessas interfaces e o critério de preenchimento de juntas verticais.

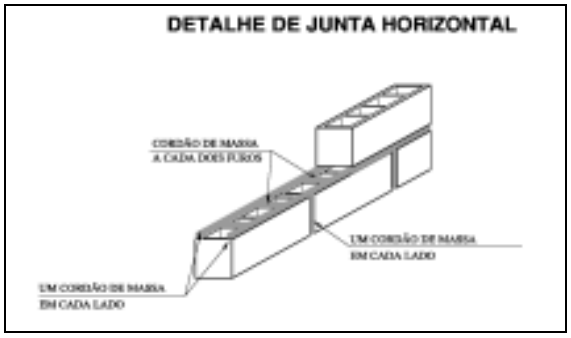
O preenchimento das juntas horizontais está representado na figura 3.14.

A figura 3.15 indica o sentido de assentamento dos blocos e de seus submúltiplos ou peças especiais.

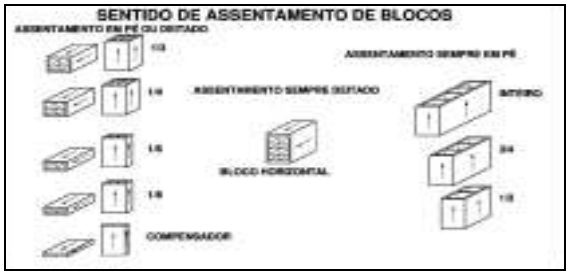


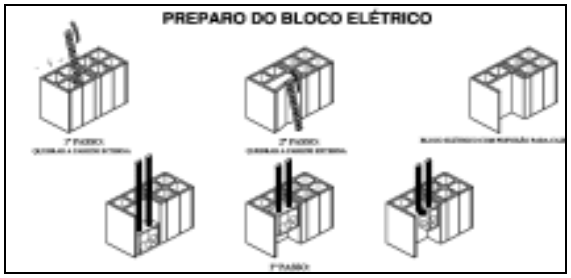
Figuras 3.11 e 3.12 - Detalhe de fixação de tela em pilar e detalhe de encontro bloco x pilar – E1 (Tecno-Logys, 2003)





Figuras 3.13 e 3.14 – Detalhe de encontro bloco x bloco e detalhe de junta horizontal – E1 (Tecno-Logys, 2003)





Figuras 3.15 e 3.16 – Detalhe de sentido do assentamento dos blocos e preparo do bloco elétrico – E1 (Tecno-Logys, 2003)

A figura 3.16 ilustra o modo de preparo dos blocos elétricos para receber as caixas e tubulações elétricas. Observa-se que o sistema de alvenaria vendido para a Construtora C1 possui um componente desenvolvido especialmente para facilitar o embutimento da instalação elétrica e a fixação das caixas elétricas.

Se por um lado a utilização do “bloco elétrico” é um facilitador à execução das instalações elétricas embutidas na alvenaria por permitir a criação de “nicho” para colocação das caixas de passagem, que podem ser instaladas na altura desejada dentro da fiada; por outro lado exige que o espaço do nicho não ocupado pela caixinha seja totalmente preenchido com argamassa, o que demanda maior consumo de material e de mão de obra de eletricista.

A definição das alturas dos pontos de elétrica está diretamente relacionada à tecnologia do processo empregado para a produção das alvenarias. A opção por manter o posicionamento das caixinhas na face superior da fiada visa garantir o seu nivelamento, uma vez que na execução das alvenarias todas as fiadas são executadas a partir de uma linha que define seu nível na face superior do bloco.

Os parâmetros de altura para execução de pontos elétricos (Figura 3.17) também fazem parte dos detalhes construtivos.

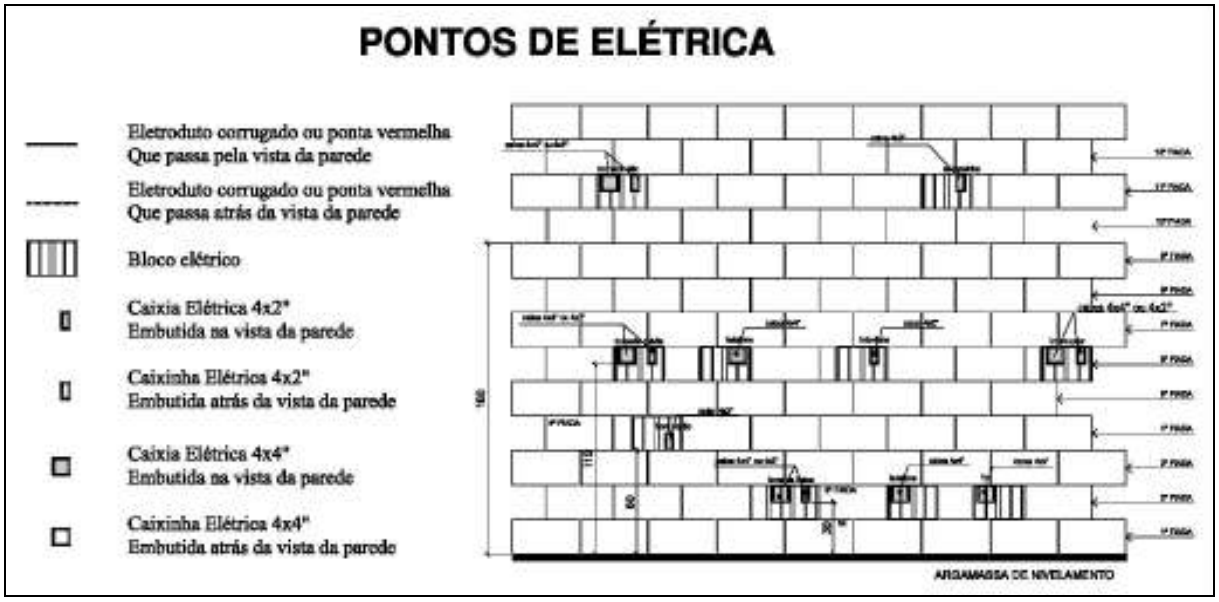


Figura 3.17 – Pontos de elétrica – E1 (Tecno-Logys, 2003)

As figuras 3.18 a 3.21 ilustram as peças especiais projetadas para o empreendimento.

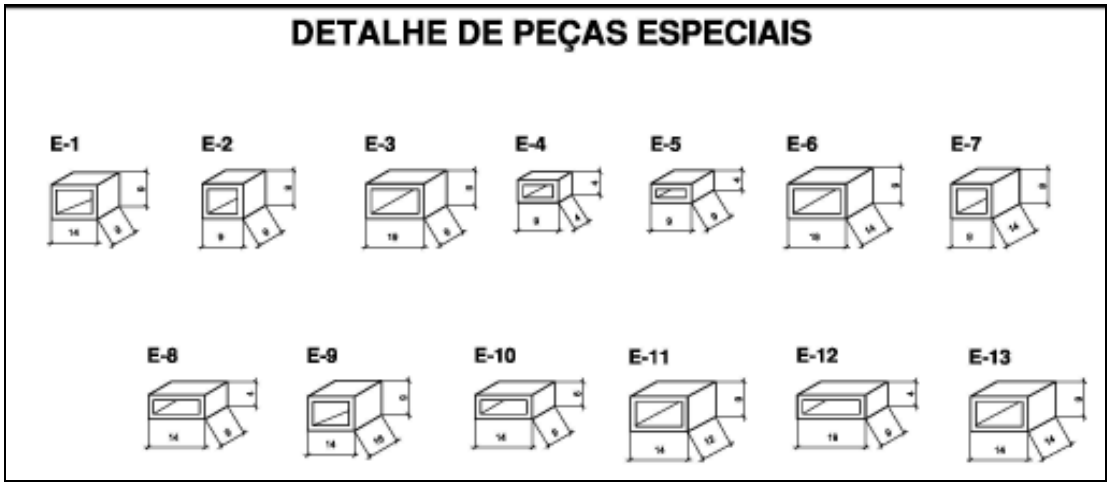


Figura 3.18 – Detalhe de peças especiais – E1 (Tecno - Logys, 2003)

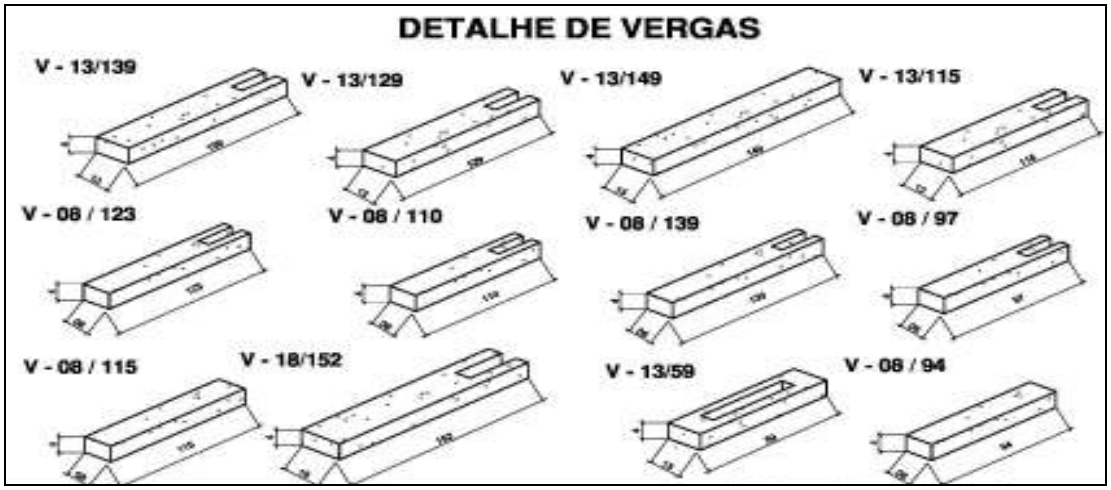


Figura 3.19 – Detalhe de vergas – E1 (Tecno - Logys, 2003)

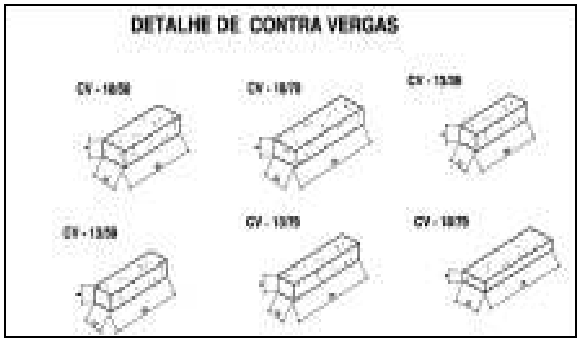


Figura 3.20 – Detalhe de contravergas – E1 (Tecno-Logys, 2003)

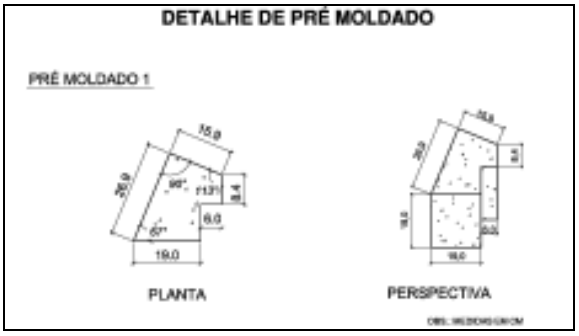


Figura 3.21 – Detalhe de pré-moldados – E1 (Tecno- Logys, 2003)

Nota-se que há um número expressivo de peças especiais projetadas para o empreendimento E1. Essa situação decorre da falta de modulação horizontal e vertical dos compartimentos.

Pode-se visualizar facilmente, na figura 3.22, a falta de modulação vertical, uma vez que são utilizados blocos diferentes na composição vertical das paredes do empreendimento para cada situação apresentada, tanto sob lajes quanto sob fundos de viga.

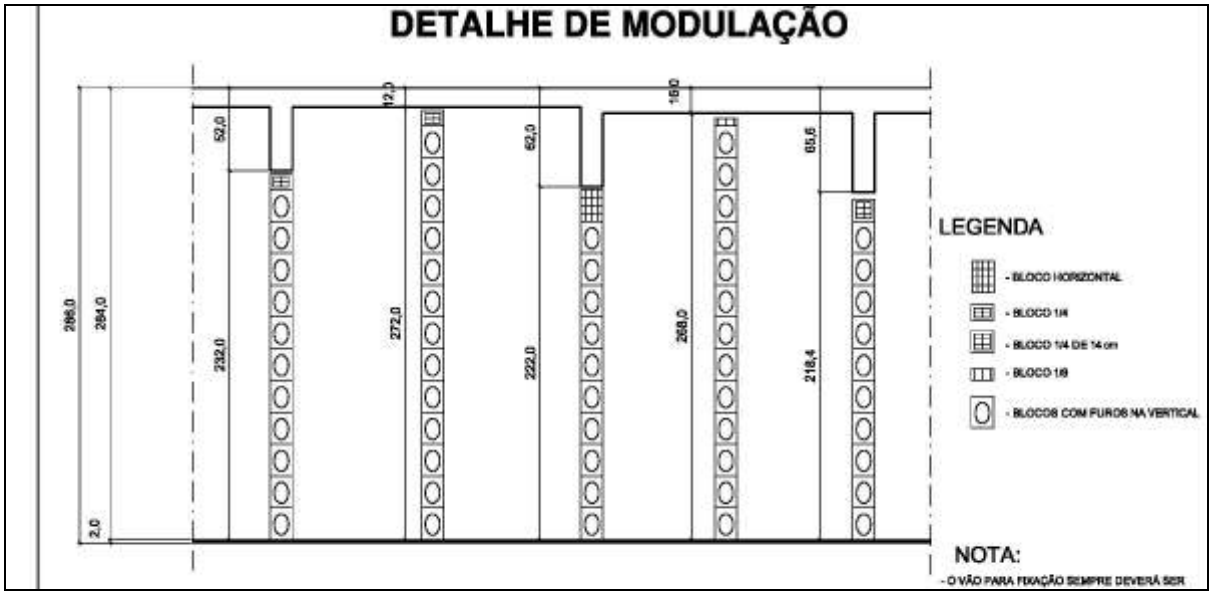


Figura 3.22 – Detalhe de modulação – E1 (Tecno-Logys, 2003)

A opção por utilização de peças especiais pré-moldadas pela empresa fornecedora do sistema parede pronta objetiva dar flexibilidade ao seu processo, tornando-o viável em qualquer empreendimento. A outra opção seria executar moldagens “in loco”, o que comprometeria sensivelmente a produtividade.

3.3.1.5.2 Elevações das Paredes

A folha que precede as elevações das paredes, denominada Planta de Identificação de Paredes, representa o andar completo e identifica a numeração e a vista adotada para a representação da elevação de cada parede, conforme figura 3.23.

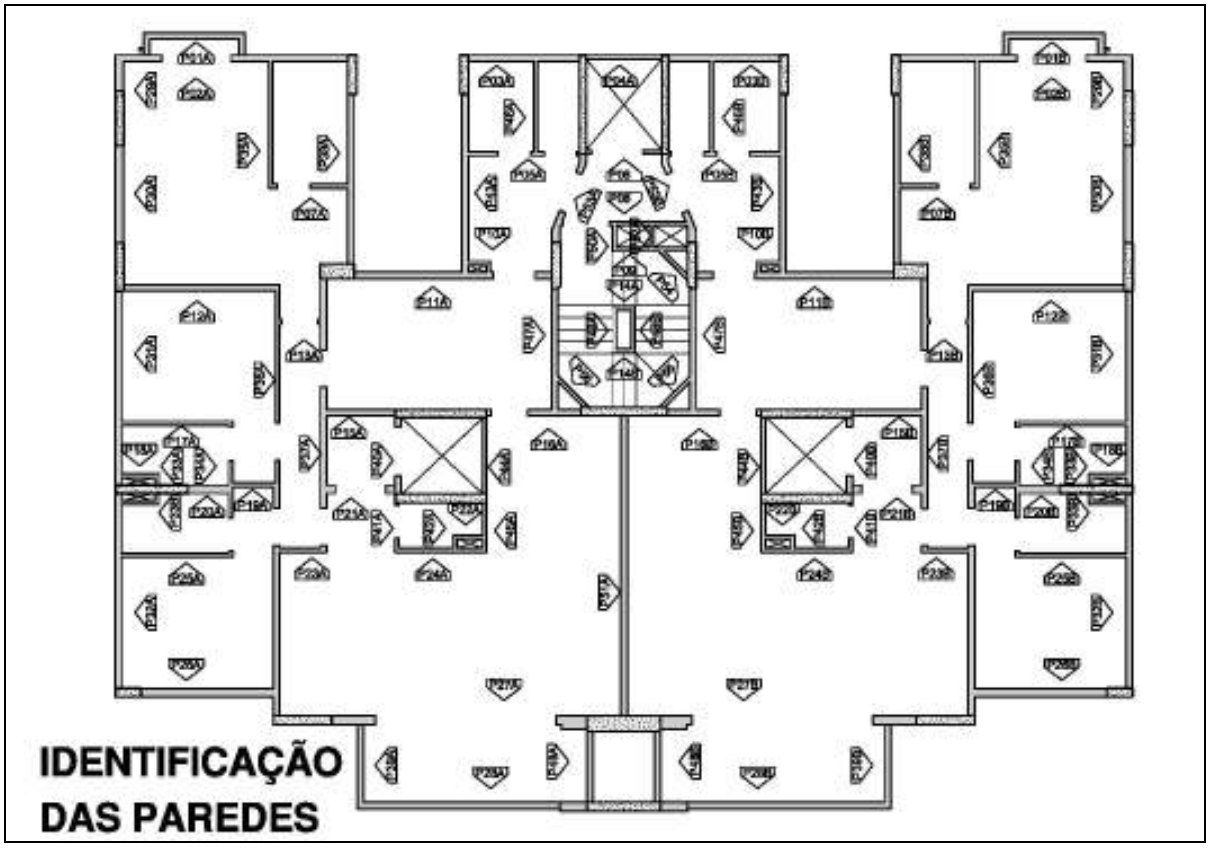


Figura 3.23 – Identificação de paredes – E1 (Tecno-Logys, 2003)

No projeto analisado são fornecidas as elevações de todas as paredes que compõem o pavimento tipo, inclusive as rebatidas. Em seguida são apresentados exemplos de duas dessas elevações (Figuras 3.24 e 3.25).

Cada pedreiro recebe as folhas referentes às paredes que irá executar e o encarregado dos serviços recebe um caderno completo.

Observa-se que as elevações contemplam as medidas de vãos, o posicionamento de peças especiais e telas, as folgas para fixação e as instalações elétricas embutidas.

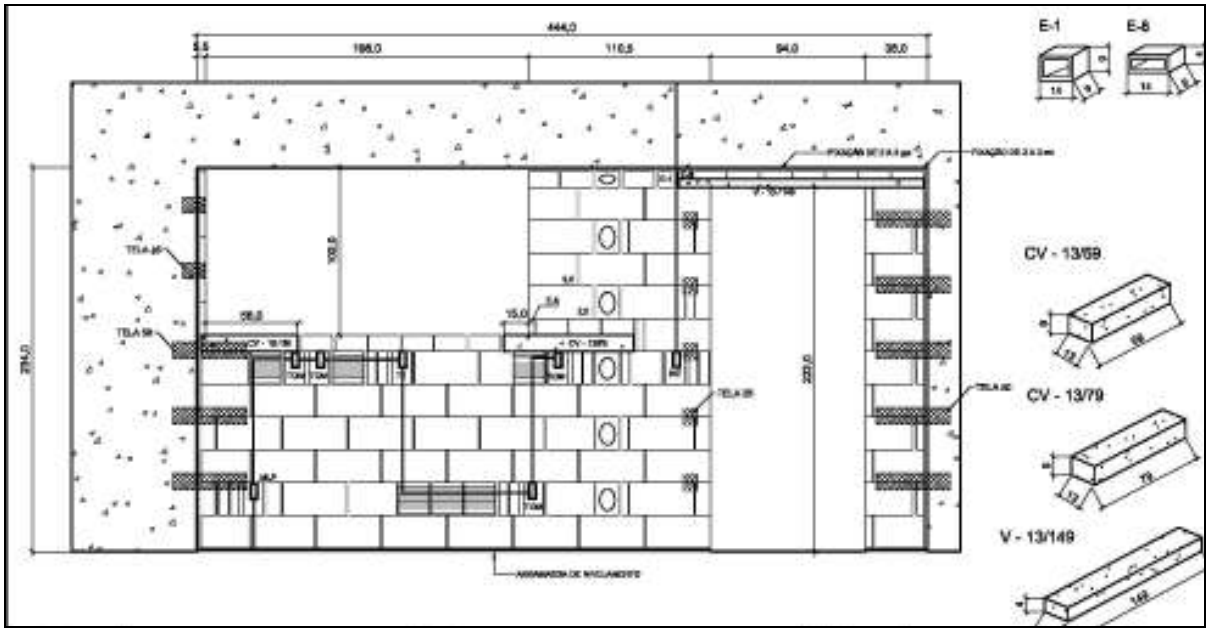


Figura 3.24 – Elevação de paredes – E1 (Tecno-Logys, 2003)

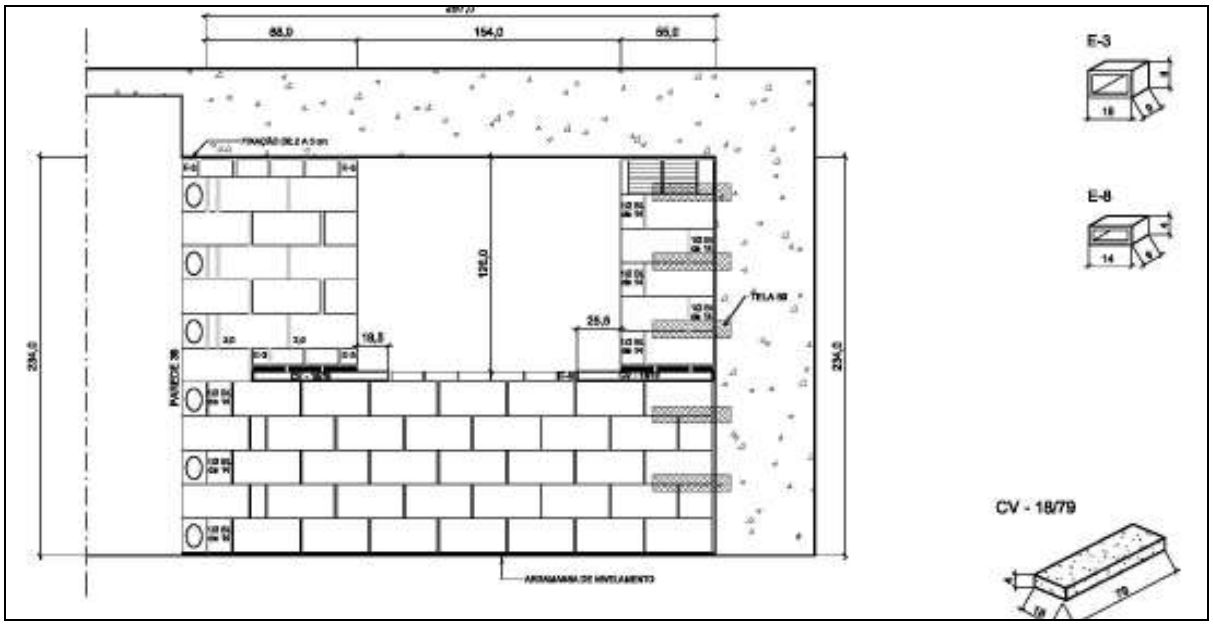


Figura 3.25 – Elevação de paredes – E1 (Tecno-Logys, 2003)

Foto 3.3 – Elevação de paredes – E1

Foto 3.4 – Elevação de paredes – E1

Foto 3.5 – Elevação de parede – E1

3.3.1.6 Utilização do PPAV pela equipe de produção

Na ocasião da contratação do sistema de parede pronta (material e mão-de-obra especializada para a execução das alvenarias do pavimento tipo), ficam definidos entre a construtora e o fornecedor do sistema os prazos para início, execução e término dos serviços.

O passo inicial do desenvolvimento do projeto para produção é a proposição pela contratada de alterações de algumas medidas de vãos em função das dimensões dos blocos e de seus submúltiplos. Após a validação, pelo engenheiro e pela diretoria, das medidas propostas, inicia-se o detalhamento do PPAV.

No detalhamento do PPAV são definidas as modulações verticais e horizontais, os blocos e as peças especiais a serem utilizados, a amarração entre paredes e entre paredes e estrutura, a utilização de telas metálicas, as espessuras de juntas horizontais e verticais.

Com o levantamento quantitativo decorrente do detalhamento do PPAV é feito o dimensionamento da equipe, o planejamento do canteiro e a logística de transporte e suprimentos pela contratada, uma vez que é de sua responsabilidade o abastecimento dos insumos necessários à execução dos serviços no prazo contratual.

A formalização desse planejamento, no entanto, não é disponibilizada à construtora através de um documento; ficando restrita à equipe de supervisão da empresa contratada. A equipe de produção da contratada residente na obra limita-se a garantir que o serviço seja executado conforme o projeto e que o planejamento dos serviços seja cumprido.

Como a modalidade de contrato prevê o pagamento mediante a entrega da parede pronta, no prazo acordado, com garantia de qualidade e desempenho, aspectos como: planejamento, produtividade, logística de produção e logística de suprimentos, constituem o diferencial competitivo do fornecedor e ficam restritos às pessoas chave da empresa contratada.

A gestão dos serviços de alvenaria é feita por um encarregado da contratada que fica período integral na obra e por um estagiário que atende a região. Eles são os responsáveis por garantir o abastecimento dos materiais e equipamentos na frente de serviço e no canteiro de obra, respectivamente e a realização dos serviços dentro dos prazos definidos e com a qualidade requerida.

A engenharia da obra, cuja estrutura é composta por engenheiro, mestre ou encarregado geral e administrativo, acompanha o andamento dos serviços no que se refere a prazos. Não é atribuição dessa equipe a conferência das paredes no que se refere a critérios de aceitação e atendimento ao projeto de produção. Segundo o engenheiro responsável, trata-se de um pacote no qual a empresa contratada é responsável por planejamento da execução dos serviços, garantia de suprimentos, treinamento da equipe de pedreiros, execução das paredes dentro das tolerâncias propostas, fiscalização dos serviços e garantia de qualidade.

Em função do acima exposto, o PPAV é utilizado efetivamente pela equipe da empresa contratada, que já está familiarizada com sua forma de apresentação. Os pedreiros e encarregados entrevistados consideram que as informações constantes no projeto atendem às suas necessidades.

Observou-se no empreendimento E1 que não havia uma seqüência pré-definida para a execução das paredes (cada equipe de pedreiros definia a seqüência a ser seguida).

Quanto à interface com os serviços de instalações elétricas, constatou-se que o embutimento de tubulações elétricas ocorria simultaneamente à elevação das paredes e era feito pelo próprio pedreiro, mas a instalação e o chumbamento das caixinhas elétricas ocorriam numa etapa posterior e eram executados por equipe de eletricistas.

Paralelamente à etapa de colocação de caixinhas elétricas, observou-se o embutimento das instalações hidráulicas por equipe de encanadores.

3.3.2 Empreendimento E2

O PPAV, utilizado no empreendimento E2 da construtora C2, foi desenvolvido por empresa especializada em projetos para produção de alvenarias contratada pela área de projetos da empresa.

Para a execução dos serviços de alvenaria foi contratada pela equipe de produção uma empresa de mão-de-obra. Para a elaboração da proposta de prestação de serviços e definição dos valores unitários dos mesmos não foi utilizado o projeto para produção de alvenarias de vedação.

O conteúdo do PPAV do E2 é composto por quatro plantas em formato A0, denominadas Planta de modulação de primeira fiada de alvenaria (figura 3.26), Planta de modulação de segunda fiada de alvenaria (figura 3.29), Planta de pontos hidráulicos em laje (figura 3.34) e Planta de locação pontos elétricos em laje (Figura 3.35). Também é fornecido o quantitativo de blocos de 2ª fiada em folha A4.

3.3.2.1 Planta de modulação de primeira fiada de alvenaria

A Planta de modulação de primeira fiada de alvenaria (figura 3.26) indica a posição das paredes e dos vãos, cotados a partir de um mesmo eixo de coordenadas XY, as espessuras dos blocos, o posicionamento e comprimento das telas de amarração e as dimensões de vãos de porta e janela, da mesma forma que a Planta de Locação de Paredes do projeto do empreendimento E1. Complementarmente agrega informações da Planta de Marcação de Primeira Fiada do empreendimento E1, tais como: a distribuição dos blocos por parede destacando os submúltiplos adotados e as espessuras das juntas verticais, conforme detalhe ampliado (figura 3.27).

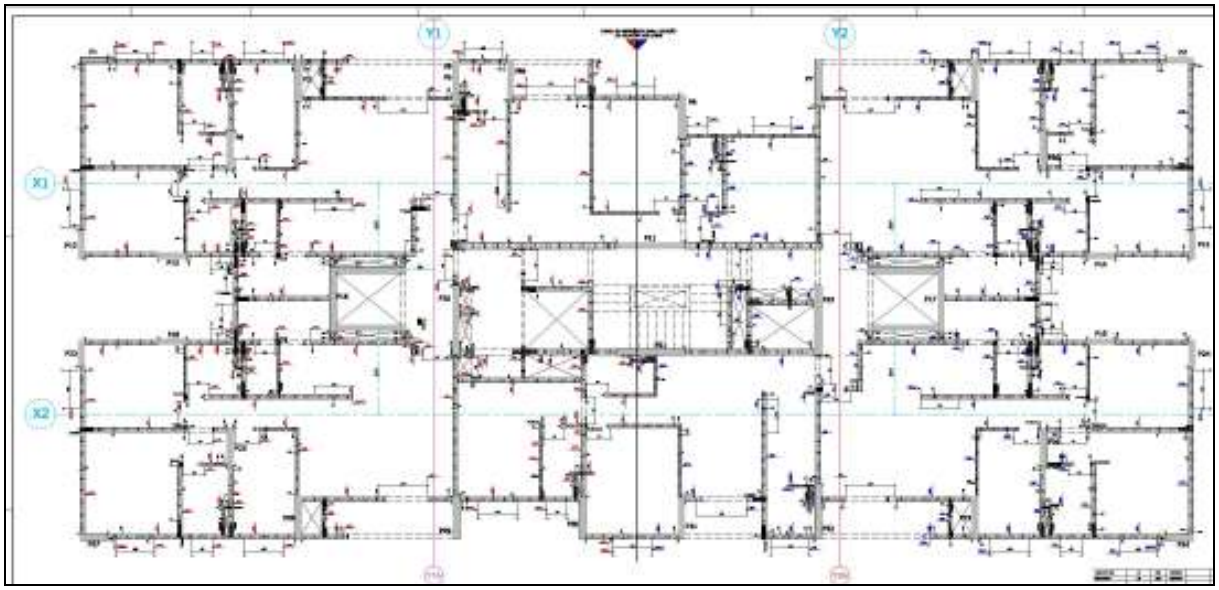


Figura 3.26 – Planta de modulação de primeira fiada de alvenaria – E2 (Dynamica, 2009)

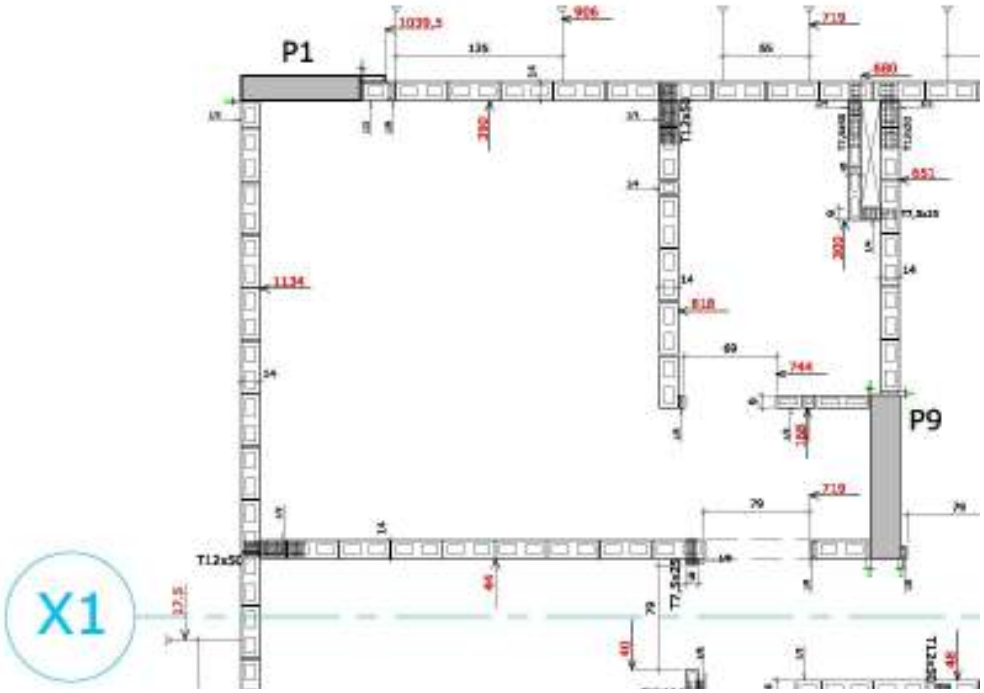


Figura 3.27 – Detalhe ampliado da modulação de primeira fiada de alvenaria – E2 (Dynamica, 2009)

A amarração das paredes externas com as internas é feita com a utilização de telas metálicas a cada fiada além da interpenetração entre as mesmas.

Também são ilustrados na Planta de modulação de primeira fiada detalhes genéricos de amarração entre paredes e entre paredes e estrutura de concreto, conforme figura 3.28.

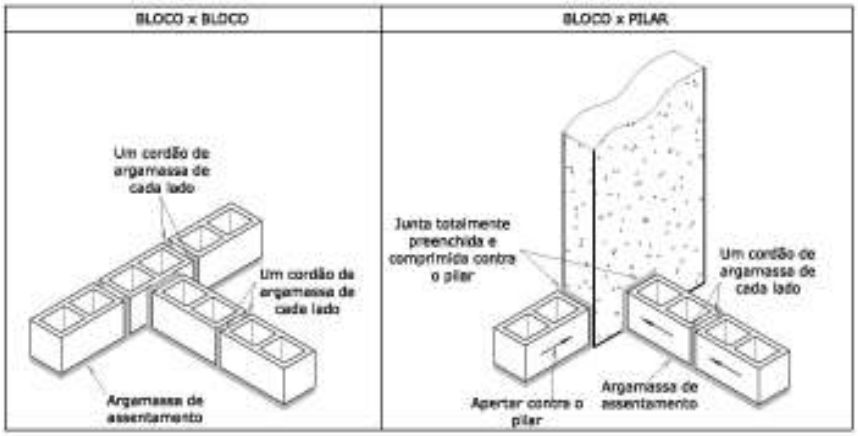


Figura 3.28– Detalhe ampliado da amarração entre paredes e entre paredes e estrutura – E2 (Dynamica, 2009)

Os detalhes apresentados na Planta de modulação de primeira fiada para amarração entre paredes e entre paredes e estrutura (Figura 3.28) não condizem com informações constantes na planta, que indicam utilização de tela no encontro alvenaria x alvenaria e alvenaria x estrutura na primeira fiada, em grande parte das paredes.

A Planta de modulação de primeira fiada é utilizada pelo “marcador“, pedreiro cuja função é fazer a marcação da alvenaria, deixando pronta a primeira fiada para os pedreiros tarefeiros, que são responsáveis pela elevação das alvenarias.

No empreendimento E2 a marcação é feita em duas etapas, uma vez que há duas frentes de trabalho para execução de alvenaria. Na primeira etapa apenas as paredes externas são marcadas, ficando a segunda etapa da locação para o momento anterior à execução das paredes internas. Essa estratégia adotada tem como objetivo garantir a proteção perimetral e reduzir o número de bandejas intermediárias durante a construção do edifício.

O material necessário à execução das paredes externas é transportado antecipadamente para o pavimento mediante solicitação do mestre de obras, de acordo com a quantidade levantada após a execução do primeiro pavimento.

As fotos a seguir ilustram a marcação de alvenarias internas de um pavimento tipo do empreendimento E2.

Foto 3.6 – Marcação de primeira fiada de alvenaria – E2

Foto 3.7 – Marcação de primeira fiada de alvenaria – E2

3.3.2.2 Planta de modulação de segunda fiada de alvenaria

A Planta de modulação de segunda fiada (Figura 3.29) indica a distribuição dos blocos na segunda fiada, destacando os submúltiplos a serem utilizados, a dimensão e o posicionamento das telas metálicas utilizadas para amarração das alvenarias com a estrutura e entre alvenarias, conforme detalhe ampliado (Figura 3.30). Também constam nessa planta a especificação das telas e o procedimento para aplicação das mesmas, conforme figuras:

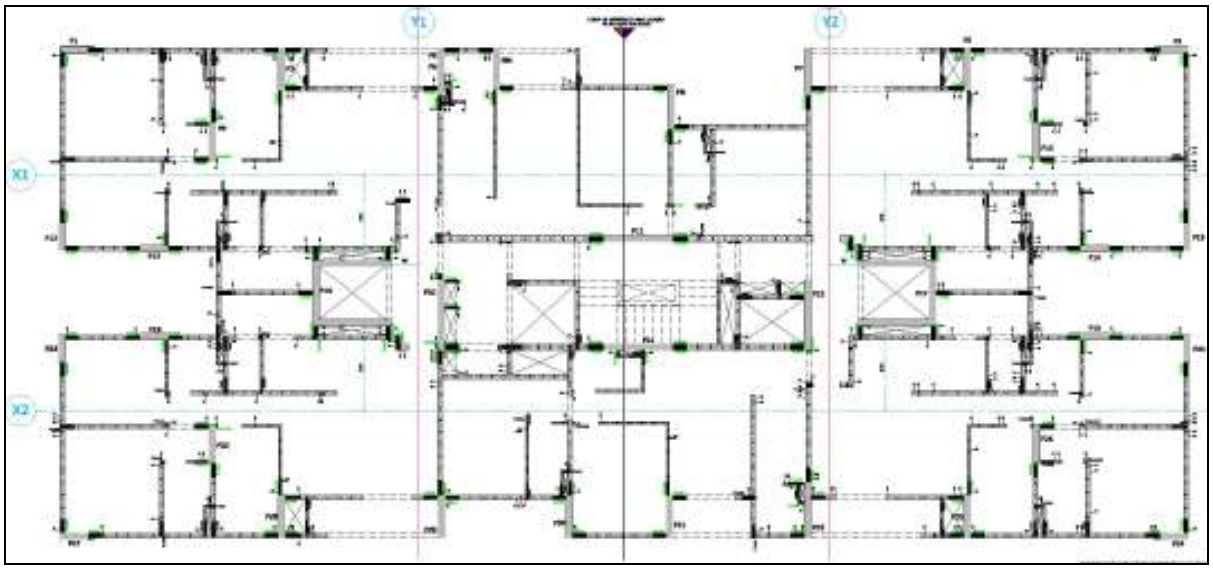


Figura 3.29 – Planta de modulação de segunda fiada – E2 (Dynamica, 2009)

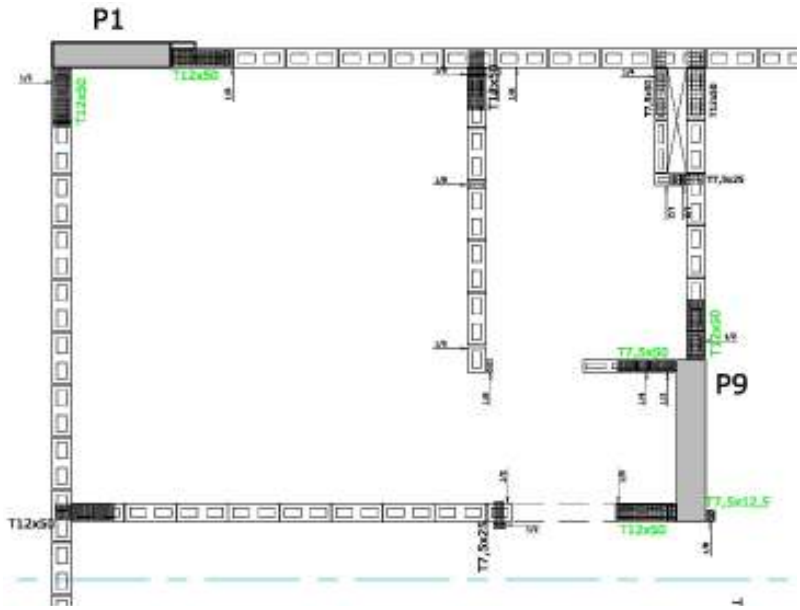


Figura 3.30– Detalhe ampliado modulação de segunda fiada – E2 (Dynamica, 2009)

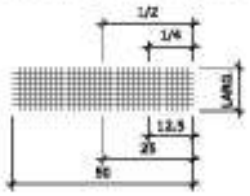
ESPECIFICAÇÃO DAS TELAS

UTILIZAR SEMPRE TELA SOLDADA, GALVANIZADA PARA OBTER MAIOR PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO, MALHA 15x15mm E F30 DE 1.5mm (MÍN.).

NO MERCADO, AS TELAS SÃO COMERCIALIZADAS EM DOIS FORMATOS: EM ROLOS DE ALTURA 1.0, 1.5 OU 2.0m OU JÁ CORTADAS E EMBALADAS EM CAIXA.

PARA TELAS CORTADAS UTILIZAMOS COMO REFERÊNCIA A EMPRESA BELGO, QUE FABRICA A BELGOFIX, COM COMPRIMENTO DE 50cm E LARGURAS DE 6, 7.5, 10.5 E 12cm.

PARA CADA SITUAÇÃO (ESPECIFICADA EM PROJETO), AS TELAS DEVEM SER CORTADAS AO MEIO E EM 1/4 DO COMPRIMENTO, FICANDO ASSIM COM OS COMPRIMENTOS ESPECIFICADOS NA TIPOLOGIA E ABAIXO:



PARA TELAS EM ROLO UTILIZAMOS COMO REFERÊNCIA A EMPRESA MORLAN.

EM UTILIZAR TELA EM ROLO, SEGUIR ABAIXO A ORIENTAÇÃO PARA O CORTE:

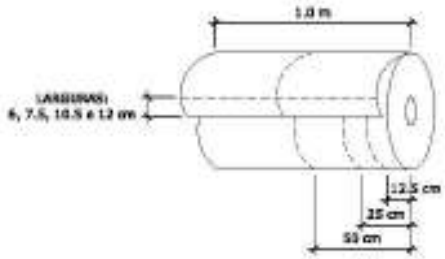


Figura 3.31 – Especificação das Telas

PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO

A ESTRUTURA DEVE ESTAR LIMPA, SEM OUTROS MATERIAIS OU DESMOLDANTES.

A SUPERFÍCIE DA ESTRUTURA DEVE SER CHAPISCADA COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, OU REALIZADA APLICAÇÃO DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.

AS TELAS DEVERÃO SER FIXADAS NA ESTRUTURA UTILIZANDO FINCA-PINOS. CRAVAR OS PINOS DE AÇO ZINCADO COM ARRUELA.

PARA EVITAR ACIDENTES, AS TELAS DEVERÃO SER DEIXADAS PARALELAS À ESTRUTURA ATÉ O ASSENTAMENTO DA ALVENARIA.

O COMPRIMENTO PADRÃO DA TELA É 50cm. USAR OS COMPRIMENTOS DE 25 E 12.5cm PARA PAREDES CURTAS OU ESPALETAS CONFORME INDICAÇÃO EM PROJETO.

COLOCAR A TELA A CADA 2 FIADAS.

MARCAR A COTA DE FIXAÇÃO A PARTIR DA 1ª FIADA PARA GARANTIR A PRECISÃO DA LOCAÇÃO. PARA AUXILIAR A LOCAÇÃO FAZER USO DE UM GABARITO.

ATENÇÃO:

É MUITO IMPORTANTE PROMOVER A MÁXIMA ADERÊNCIA ENTRE A ESTRUTURA, A TELA E OS BLOCOS, PREENCHENDO COMPLETAMENTE COM ARGAMASSA A JUNTA VERTICAL ENTRE A ESTRUTURA E A ALVENARIA.

PARA UM BOM DESEMPENHO DA TELA, ESTA DEVE ESTAR DOBRADA A 90° E BEM ESTICADA SOBRE O BLOCO.

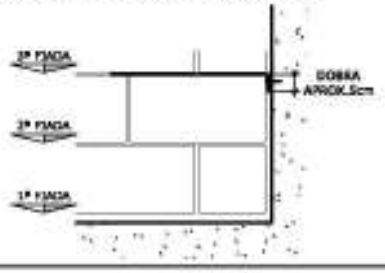


Figura 3.32 - Procedimentos para aplicação

TIPOLOGIA DAS TELAS UTILIZADAS NO PROJETO

LARGURA DO BLOCO	TIPO	LARGURA	COMPRIMENTO
9 cm	T7,5x50	7,5 cm	50 cm
9 cm	T7,5x25	7,5 cm	25 cm
9 cm	T7,5x12,5	7,5 cm	12,5 cm
14 cm	T12x50	12 cm	50 cm
14 cm	T12x25	12 cm	25 cm
14 cm	T12x12,5	12 cm	12,5 cm
19 cm	usar 2 Telas de largura 7,5 cm		

NOTAS

MEDIDAS EM CM
COTAS EM RELAÇÃO AOS EIXOS DE REFERÊNCIA
PREENCHER TODAS AS JUNTAS VERTICAIS, JUNTAS NÃO INDICADAS CONSIDERAR 1 cm
NOS ENCONTROS DE ALVENARIA MANTER TELA EM TODAS AS FIADAS

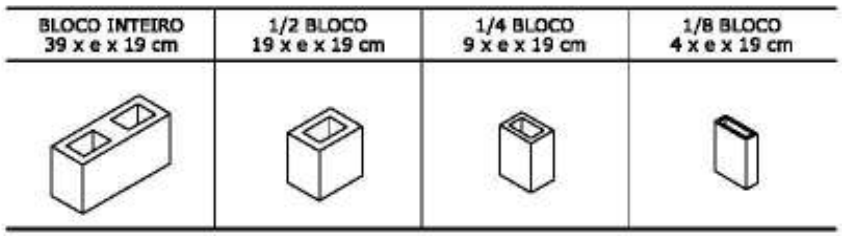
Figura 3.33 – Tipologia das telas utilizadas no projeto e recomendações de uso (Dynamica, 2009)

Pode-se notar que também existem informações conflitantes na Planta de modulação de segunda fiada, pois há nota indicando uso de tela em todas as fiadas nos encontros de alvenarias e há encontros entre alvenarias em que a tela não está indicada.

Foto 3.8 – Telas de amarração entre paredes – E2

Foto 3.9 – Telas de amarração entre estrutura e alvenaria – E2

O quantitativo de blocos necessários à execução da segunda fiada do pavimento tipo é relacionado em folha específica, em formato A4, conforme ilustrado na figura 3.33.



COMPRIMENTO x ESPESSURA x ALTURA
ONDE e = 9, 14, 19 cm

QUANTITATIVO DE BLOCOS PARA 2ª FIADA DE ALVENARIA (PARA 1 PAVIMENTO TIPO)

ESPESSURA DE 9 cm				ESPESSURA DE 14 cm				ESPESSURA DE 19 cm			
INTEIRO	1/2 BL	1/4 BL	1/8 BL	INTEIRO	1/2 BL	1/4 BL	1/8 BL	INTEIRO	1/2 BL	1/4 BL	1/8 BL
142	59	31	35	491	151	73	82	35	12	03	07

Figura 3.34 – Quantitativo de blocos para segunda fiada do pavimento tipo – E2

Foto 3.10 – Pallets de blocos distribuídos no andar tipo – E2

As elevações são executadas seguindo as recomendações constantes na plantas citadas.

Foto 3.11 – Elevação de alvenaria externa – E2

Foto 3.12 – Elevação de alvenaria externa – E2

3.3.2.3 Planta de pontos hidráulicos em laje

A Planta de pontos hidráulicos em laje (figura 3.34) cujo detalhe ampliado é mostrado na figura 3.34.1, indica a posição dos pontos hidráulicos em laje cotados a partir de um mesmo eixo de coordenadas XY. Os diâmetros representados referem-se aos diâmetros das tubulações constantes no projeto de instalações hidráulicas. Também são apresentados detalhes ampliados dos ambientes (figura 3.34.2) com a locação dos pontos hidráulicos a partir da face das paredes próximas aos mesmos e uma elevação com as alturas dos pontos hidráulicos em relação ao piso acabado (figura 34.3).

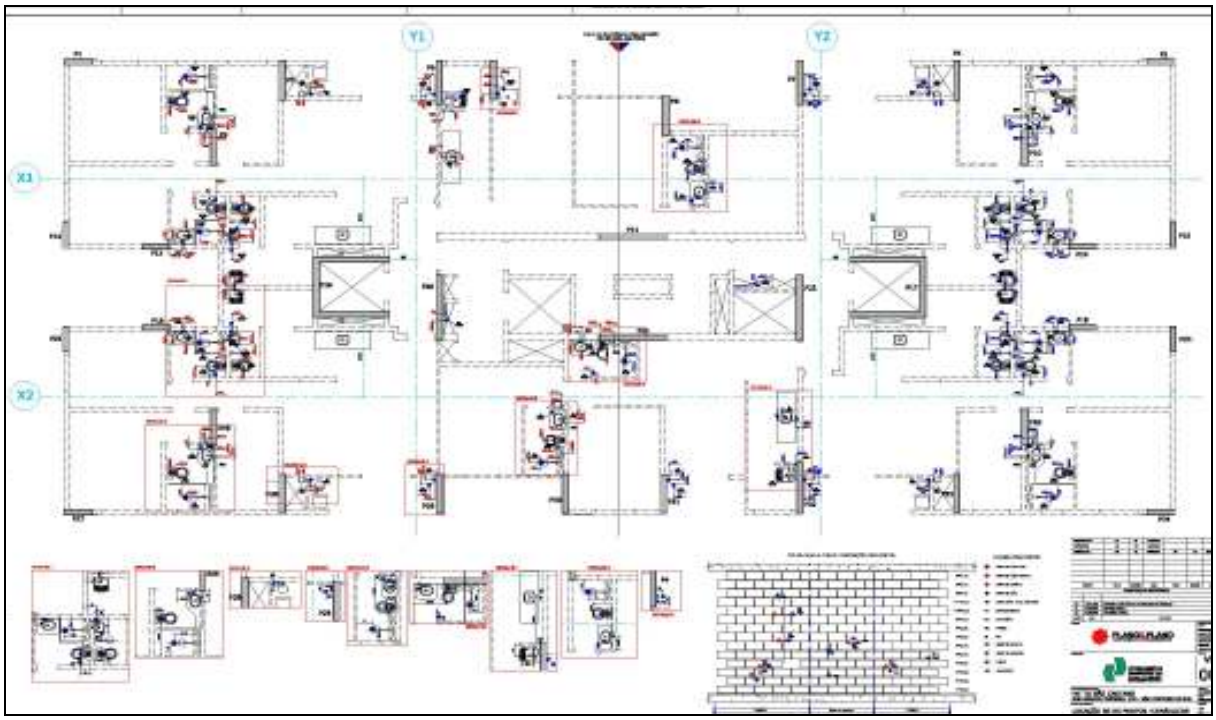


Figura 3.35 – Planta de pontos hidráulicos em laje – E2

Figura 3.36 – Detalhe ampliado de pontos hidráulicos em laje – E2

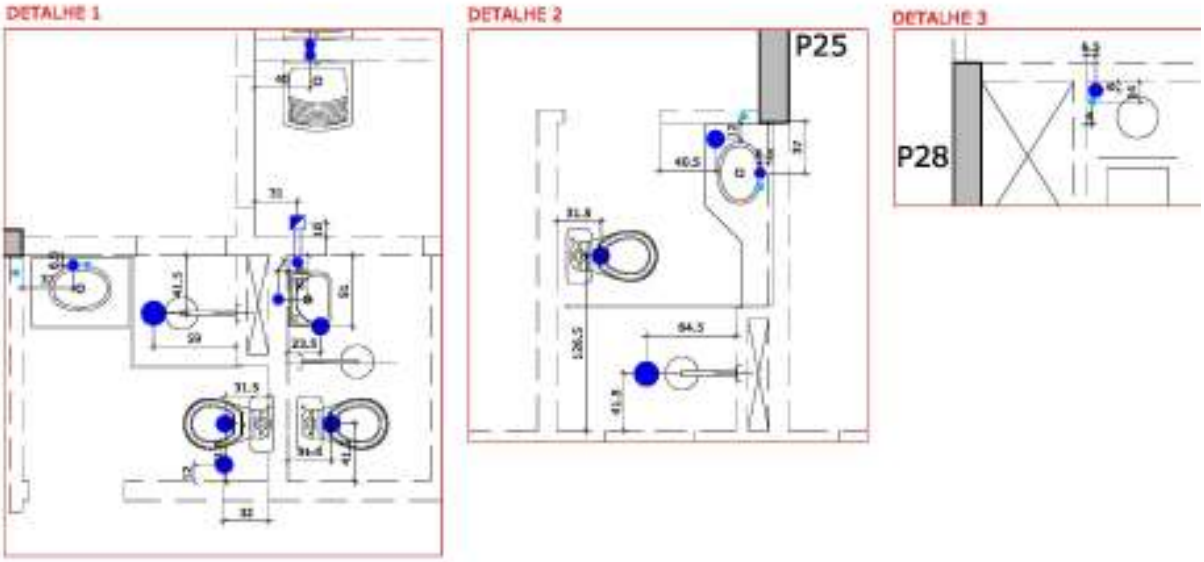


Figura 3.37 – Detalhe ampliado de pontos hidráulicos em laje cotados a partir das paredes – E2

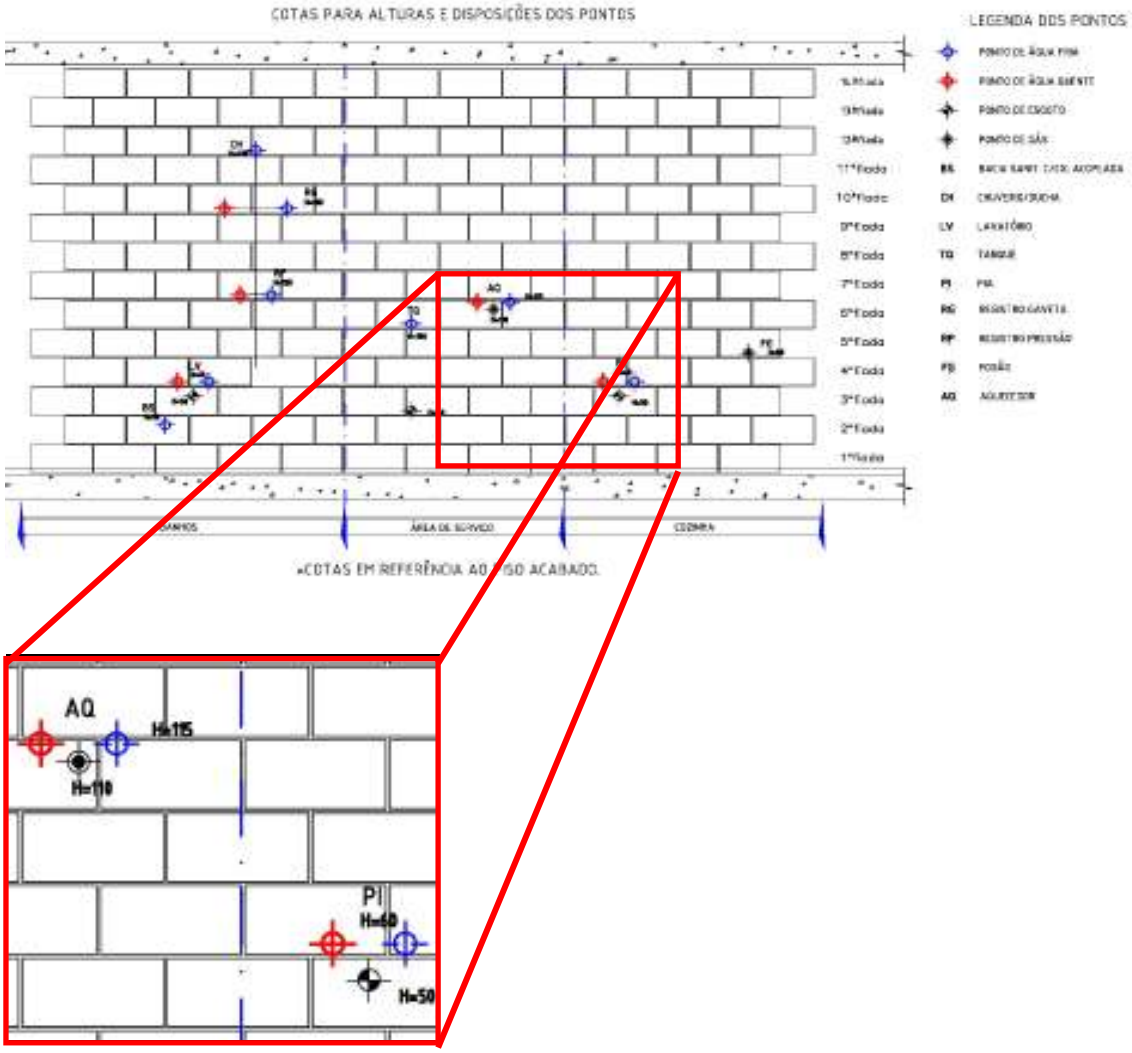


Figura 3.38 – Detalhe ampliado de cotas dos pontos hidráulicos em referência ao piso acabado

3.3.2.4 Planta de pontos elétricos em laje

A Planta de pontos elétricos em laje (figura 3.35) indica os caminhos dos eletrodutos embutidos em laje, bem como o posicionamento das subidas e descidas dos mesmos. As medidas são cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas XY, conforme detalhe ampliado (figura 3.35.1). Essa planta é utilizada durante a execução da estrutura de concreto, juntamente com o projeto de instalações elétricas, que identifica o diâmetro dos eletrodutos embutidos. A informação referente à altura dos pontos também consta nessa mesma planta (figura 3.36 e figura 3.36.1).

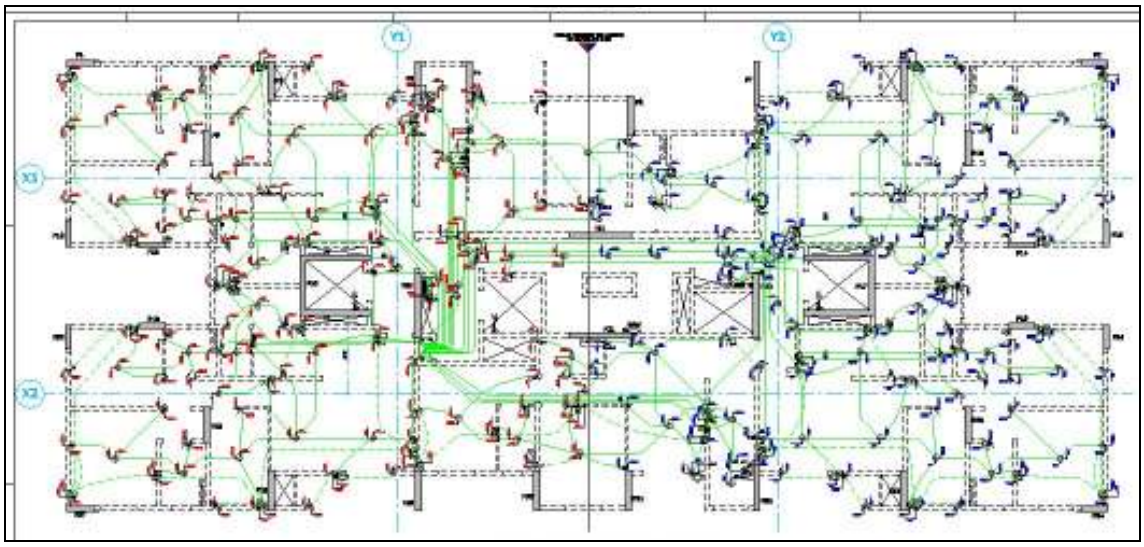


Figura 3.39 – Planta de pontos elétricos em laje – E2

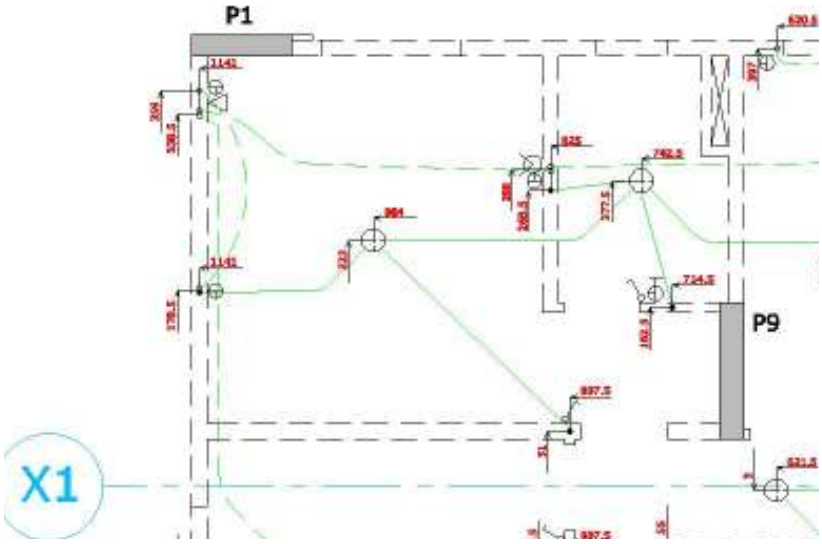


Figura 3.40 – Detalhe ampliado de pontos elétricos em laje – E2

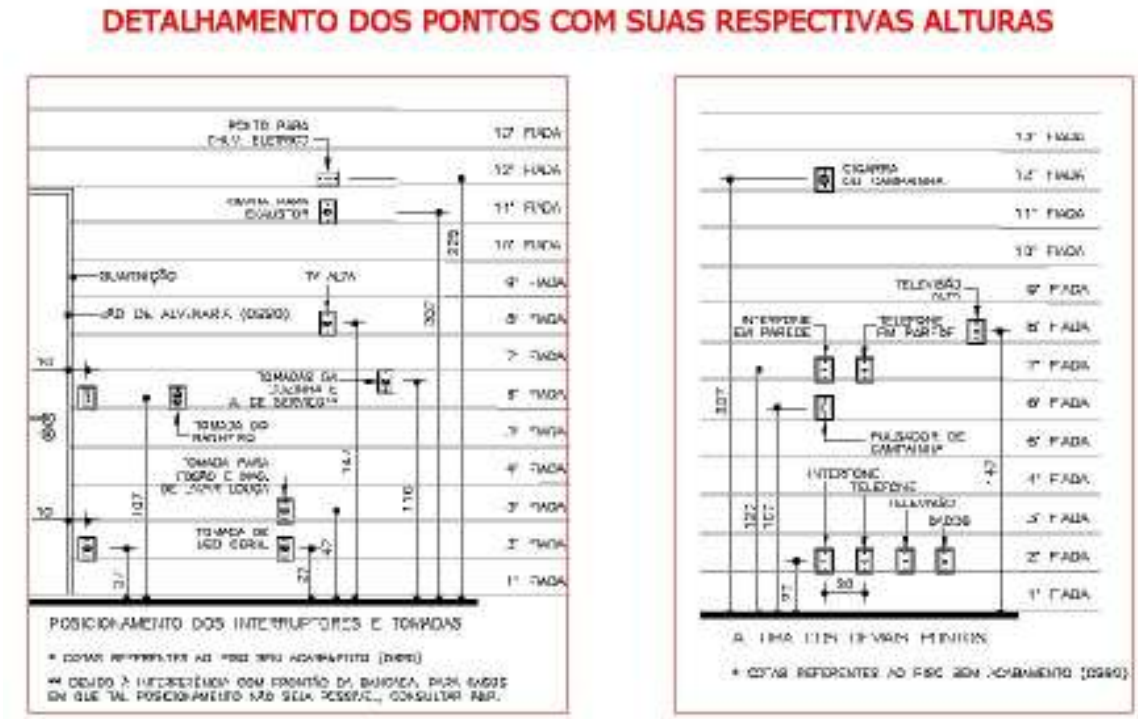


Figura 3.41 – Altura dos pontos em relação ao piso sem acabamento – E2

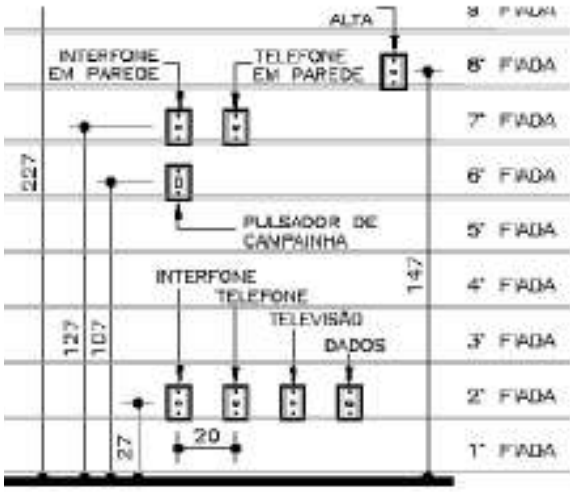


Figura 3.42 – Detalhe ampliado da altura dos pontos

No empreendimento E2, o embutimento da tubulação de elétrica é feito simultaneamente à elevação das paredes pelos próprios pedreiros, que têm como referência os pontos de subida e descida dos eletrodutos e as alturas dos pontos no projeto de vedação e o projeto de elétrica para posicionarem os eletrodutos flexíveis. Como a opção da construtora C2 é executar a furação e a fixação das caixinhas elétricas numa etapa posterior utilizando equipe de eletricistas, não é possível na prática realizar o recebimento completo dos serviços de execução de alvenaria.

Quando a equipe de eletricistas entra no pavimento, realiza as furações para instalação das caixinhas (Foto 3.15), e nesse momento se descobre se a tubulação elétrica está posicionada corretamente. Caso não esteja é necessário passar a tubulação ou “pescá-la” dentro da parede (Foto 3.14).

Foto 3.13 – Tubulação elétrica em laje – E2

Foto 3.14 – Instalação elétrica em alvenaria – E2

Foto 3.15 – Detalhe de instalação da caixinha elétrica – E2

3.3.2.5 Utilização do PPAV pela equipe de produção

O modelo de contratação das alvenarias de vedação adotado pela construtora C2 difere do modelo praticado pela construtora C1.

A equipe da obra da construtora C2 recebeu um projeto para a produção de alvenarias de vedação desenvolvido por empresa especializada e coordenado pela área de projetos da empresa e contratou uma empreiteira de mão-de-obra para a execução das alvenarias de vedação.

A identificação das peças especiais necessárias e o quantitativo dos diversos tipos de bloco foram desenvolvidos pelo fornecedor de blocos. O fechamento do pedido se deu mediante comparação do quantitativo total apresentado pelo fornecedor de blocos com o levantamento de áreas de paredes constantes no orçamento da obra.

A escolha do tipo de argamassa para execução das alvenarias, neste caso, argamassa de cimento e areia produzida no canteiro para a marcação das alvenarias e argamassa industrializada para elevação e fixação das mesmas ocorreu em função da preferência da empreiteira de mão-de-obra contratada, segundo informação do engenheiro responsável pela obra.

A equipe administrativa da construtora C2 na obra é composta por engenheiro residente, mestre, administrativo, encarregado de alvenaria, almoxarife e quatro estagiários. A equipe da empresa de mão-de-obra, dimensionada pela própria empreiteira para atender aos prazos solicitados, é composta por quatro pedreiros por torre, sendo um deles o “marcador”, e por um encarregado.

O planejamento dos serviços é feito pelo engenheiro responsável da construtora e repassado à equipe de produção. No cronograma inicial estava prevista a execução de um pavimento tipo por semana, considerando-se seis dias trabalhados.

Observou-se, no entanto, que em função da necessidade de se executar as alvenarias externas para garantir a proteção perimetral, há o deslocamento constante da equipe entre os andares, quebrando a continuidade dos serviços e dificultando o alcance da meta definida.

O projeto para a produção de alvenarias de vedação (PPAV) foi apresentado no início dos serviços à equipe de pedreiros pela própria equipe da obra, uma vez que não estão inclusas visitas à obra no contrato de prestação de serviços de projeto para produção.

Após a execução do primeiro pavimento tipo, o engenheiro responsável reuniu-se com os encarregados e juntos avaliaram o que poderia ser mudado no projeto para melhorá-lo. A partir de então passaram a executar os demais pavimentos conforme as definições dessa reunião, sem a elaboração de um reprojeto. Os operários que entraram em momentos subseqüentes tomaram conhecimento do projeto pelos próprios colegas.

Os pedreiros entrevistados já haviam trabalhado com projetos para a produção de alvenarias em outras obras e consideram que as informações constantes nas plantas fornecidas são suficientes. Questionados sobre a inexistência de elevações das paredes neste empreendimento, responderam que as elevações facilitam a execução das paredes nos primeiros pavimentos até memorizarem o projeto. Após a memorização as elevações não fazem falta, uma vez que os operários já sabem o que tem que ser feito.

O projeto do canteiro e a logística de abastecimento e transporte de material são desenvolvidos no início das obras pelo coordenador da construtora, engenheiro que é responsável por diversas obras, e ficam registrados em planta e no Plano de Qualidade da Obra.

O levantamento da quantidade de blocos de cada tipo necessários à execução do pavimento é feito durante a execução do primeiro pavimento tipo. Com essa informação o mestre faz a programação de subida dos blocos. Já a solicitação de entrega de material é feita de acordo com o seu consumo, não há a definição de um estoque mínimo.

A gestão dos serviços de alvenaria é feita pela construtora. Os pedidos de material são feitos pelo administrativo de obra. A conferência dos serviços de marcação e elevação de alvenaria é de responsabilidade dos estagiários, que seguem as fichas de verificação de serviços constantes no Sistema de Gestão de Qualidade da construtora C2. A garantia de abastecimento dos andares é atribuição do mestre e o acompanhamento da produção é responsabilidade do encarregado.

Pôde ser constatada a utilização do PPAV tanto pela equipe da construtora, como pela equipe da empresa contratada.

Observou-se no empreendimento E2 que não havia uma sequência pré-definida para a execução das paredes (cada equipe de pedreiros definia a sequência a ser seguida).

Quanto à interface com os serviços de instalações elétricas, constatou-se que: ao embutir as tubulações elétricas durante a elevação das paredes, sem ter uma referência visual da posição em que deveria ser instalada a caixinha, o pedreiro muitas vezes deixava a tubulação solta dentro da alvenaria ou em posição errada, sendo necessário ao eletricista “pescar” os eletrodutos por ocasião da colocação das caixinhas.

Os eletricistas, por outro lado, marcavam a posição de cada furo a partir da laje com trena antes de usar a serra - copo, o que aumenta a possibilidade de erros de nivelamento. A duplicidade de responsabilidade na execução da infraestrutura de

elétrica embutida nas alvenarias faz com que nenhuma das equipes se responsabilize pelo serviço e torna-se um gargalo na gestão dos serviços de alvenaria.

No que se refere a instalações hidráulicas, na data da visita, somente as prumadas de águas pluviais e esgoto estavam em execução, não sendo possível observar a interface da distribuição de água e esgoto com as vedações.

3.3.3 Empreendimento E3

O PPAV, utilizado no empreendimento E3 da construtora C3, foi desenvolvido por empresa especializada em projetos para produção de vedações. Essa empresa especializada em projetos para produção de vedações teve origem na própria construtora C3, que em determinado momento não dispunha de espaço físico para expandir a área de projetos para produção internamente e passou a terceirizar com exclusividade o serviço para o profissional que os desenvolvia. Posteriormente esse profissional montou uma estrutura e passou a prestar serviços também para o mercado.

O fato de o profissional ter acompanhado todo desenvolvimento da tecnologia construtiva da construtora C3 possibilitou um maior domínio dessa tecnologia e o conseqüente desenvolvimento dos projetos de acordo com a tecnologia construtiva empregada na construtora C3.

O conteúdo do PPAV do E3 é composto por dezessete plantas em formato A0, denominadas: Planta de caminhamento de tubulações elétricas do pavimento tipo (3.37 figura), Planta de furações hidráulicas do pavimento tipo (figura 3.38), Planta de 1ª fiada do pavimento tipo (figura 3.40), Planta de 2ª fiada do pavimento tipo (figura 3.42), Considerações gerais, altura de pontos elétricos e legenda das elevações (figura 3.44), Modulações verticais e altura dos pontos hidráulicos (figura 3.52) e folhas de elevações (figura 3.55). Também é fornecido o quantitativo de blocos por parede e por pavimento tipo em folha A3 (figura 3.57).

3.3.3.1 Planta de caminhamento de tubulações elétricas

A Planta de caminhamento de tubulação elétrica (figura 3.37) indica os caminhos e os diâmetros dos eletrodutos embutidos em laje, bem como o posicionamento das subidas e descidas dos mesmos. As medidas são cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas XY e ajustadas com a planta de 1ª fiada. Esta planta reúne a informação do diâmetro das tubulações, presente na Planta de locação de elétrica do empreendimento E1 com a locação exata das subidas e descidas a partir do eixo de coordenadas XY, presente na Planta de pontos elétricos em laje do empreendimento E2, eliminando a necessidade de consulta a outro projeto que não seja o projeto para produção.

Essa planta é utilizada durante a execução da estrutura de concreto.

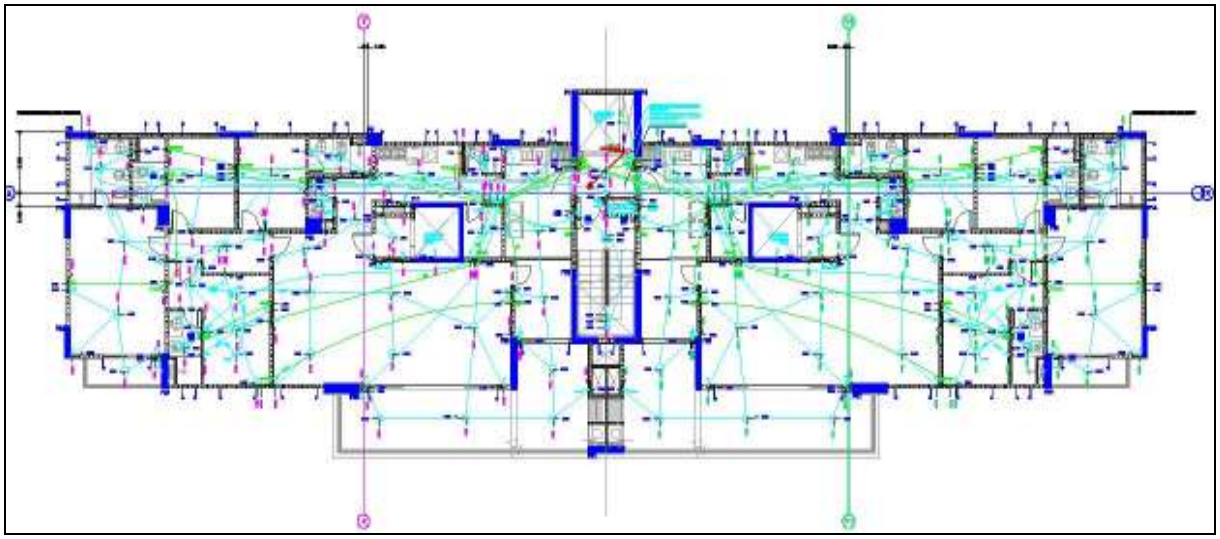


Figura 3.43 – Planta de caminhamento de tubulações elétricas – E3 (Leonardi & Bayerlein, 2006)

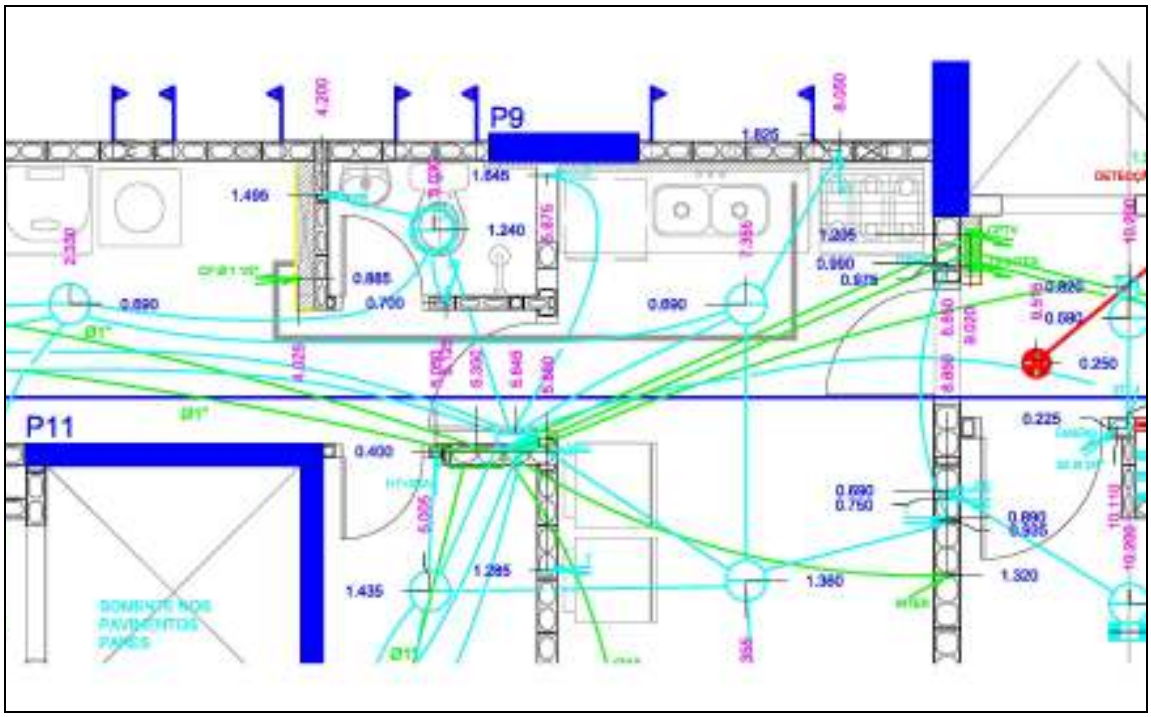


Figura 3.44 – Detalhe ampliado caminhamento de tubulações elétricas – E3

3.3.3.2 Planta de furações hidráulicas

A Planta de furações hidráulicas (figura 3.38) indica os eixos das furações hidráulicas ajustadas com a planta de 1ª fiada e cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas XY, conforme detalhe ampliado (figura 3.38.1 e 3.38.2). São cotadas apenas as furações para tubulações, deixando-se indicadas as aberturas de shafts e vazios, que constam no projeto de produção de formas de madeira. Os diâmetros representados referem-se aos diâmetros das tubulações constantes no projeto de instalações hidráulicas.

O fornecimento de informações precisas para a execução dos serviços em campo, tais como: medidas exatas para locação das tubulações elétricas citadas anteriormente e para a locação das furações hidráulicas; deriva da proposta de aproximar a produção no canteiro de obras à produção industrial, reduzindo o número de decisões tomadas no canteiro pelos executores ao máximo, até poder extingui-las por completo.

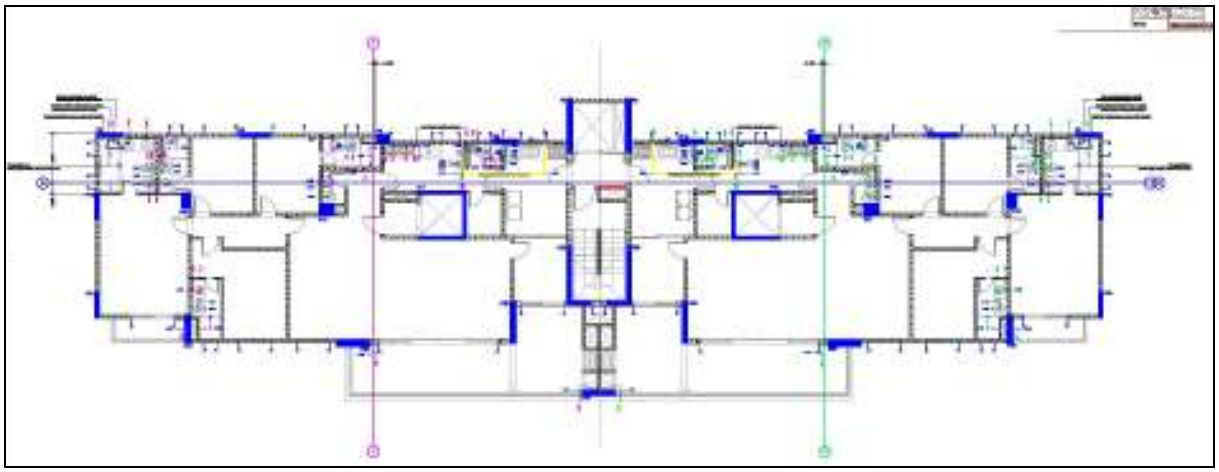
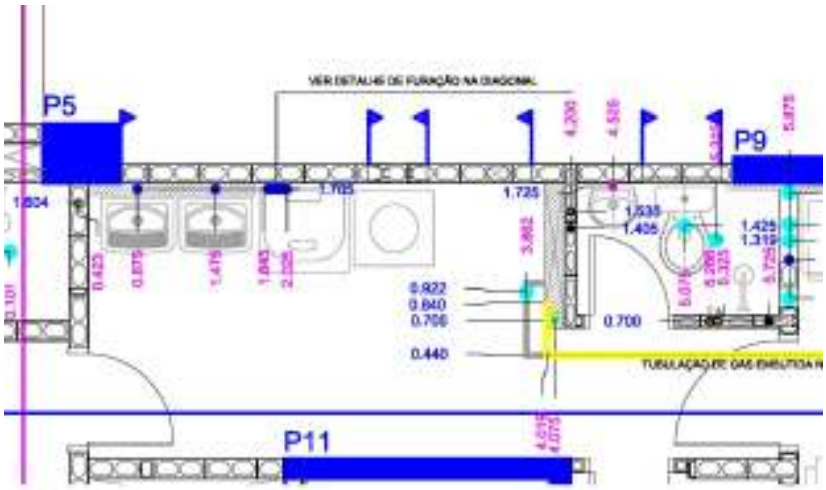


Figura 3.45 – Planta de furações hidráulicas – E3 (Leonardi & Bayerlein, 2006)



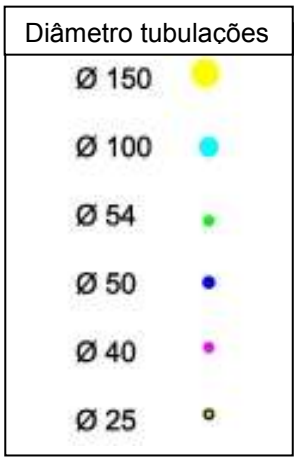


Figura 3.46 – Detalhe ampliado furações hidráulicas – E3

Figura 3.47 - tubulações

Segundo informações obtidas na visita à obra, a construtora C3 tem como procedimento deixar tubos passantes em laje para as instalações hidráulicas, ao invés de deixar caixas de madeira ou executar as furações numa etapa posterior.

A figura 3.39 mostra o detalhe e a foto 3.16 ilustra a execução do passante em laje observada durante a visita.

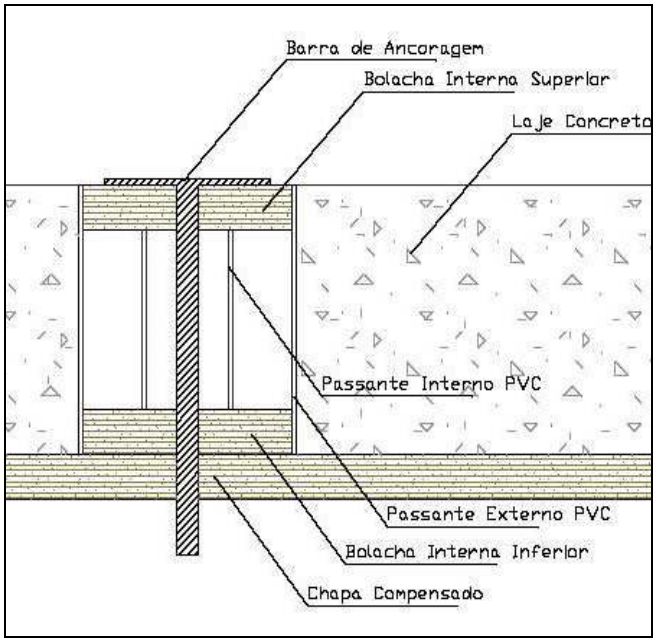


Figura 3.48 – Detalhe ampliado passante em laje

Foto 3.16-Passante de hidráulica em laje

3.3.3.3 Planta de primeira fiada

A Planta de primeira fiada (figura 3.40) indica a posição das paredes e dos vãos, cotados a partir do eixo de coordenadas XY adotado para o empreendimento, as espessuras dos blocos, a distribuição dos blocos por parede e o número das paredes com identificação da vista adotada, conforme detalhe ampliado (figura 3.41). Em função da geometria do edifício, podem-se criar eixos auxiliares para a locação das alvenarias.

A Planta de primeira fiada é utilizada no momento da marcação das alvenarias por oficial pedreiro, que deixa pronta a primeira fiada do pavimento para a entrada posterior da equipe de pedreiros tarefeiros, que executam a elevação das alvenarias.

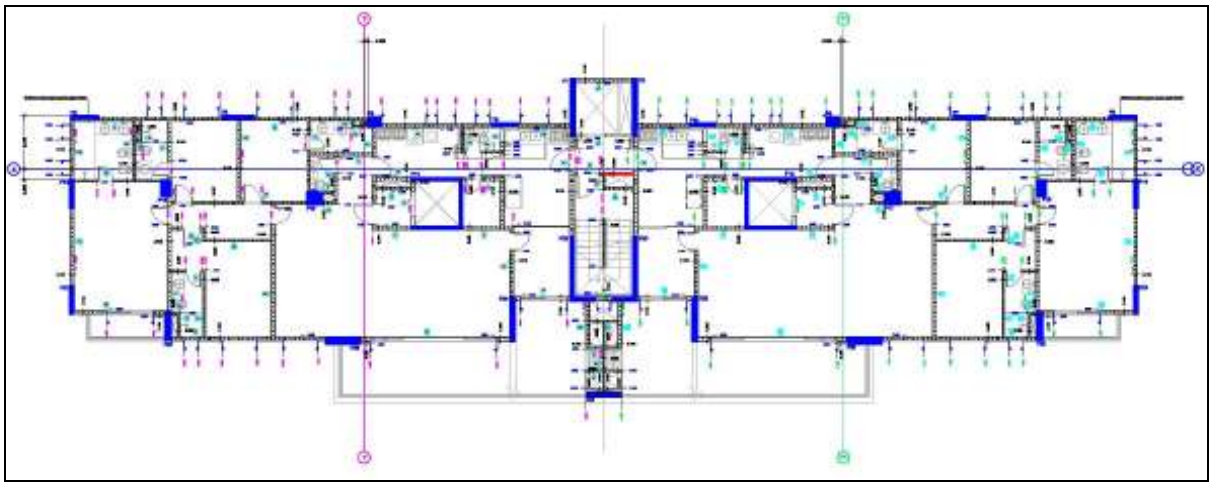


Figura 3.49 – Planta de primeira fiada – E3 (Leonardi & Bayerlein, 2006)

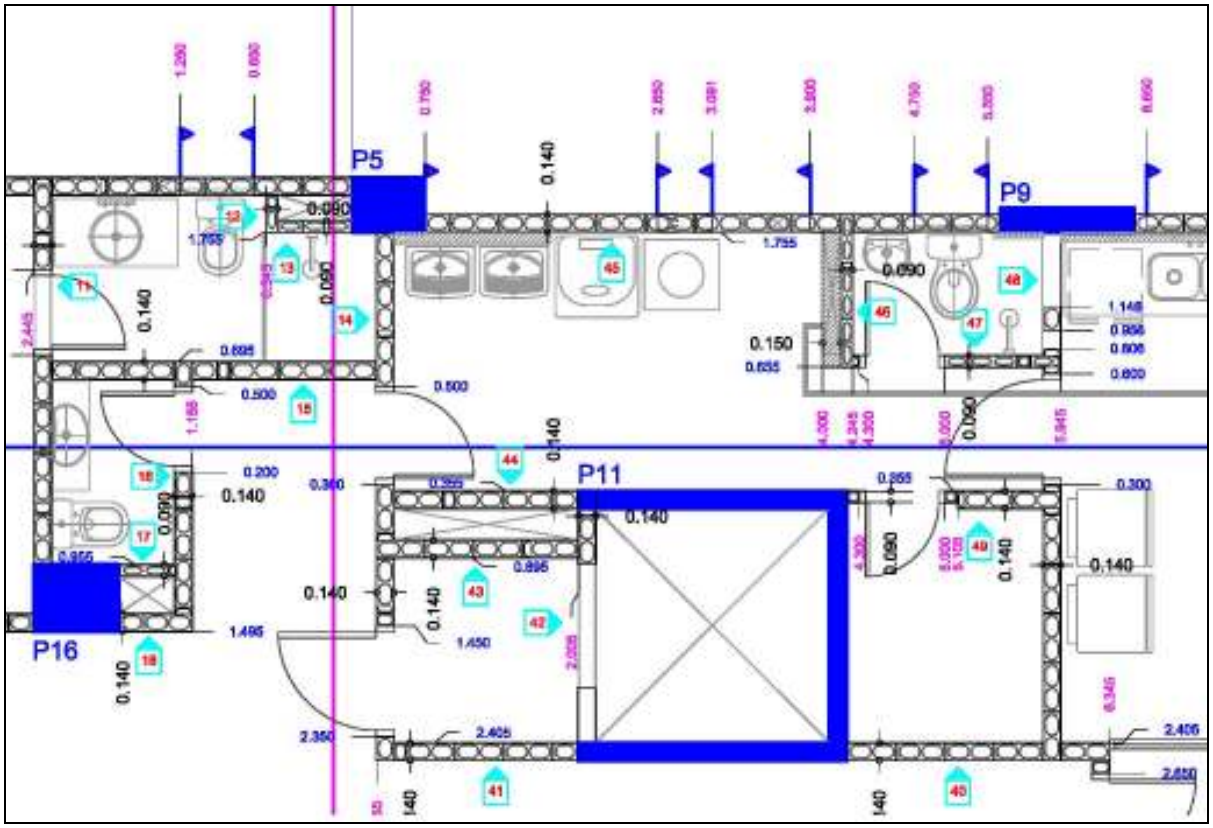


Figura 3.50 – Detalhe ampliado de planta de primeira fiada – E3

As fotos 3.17 e 3.18, a seguir, ilustram a execução da primeira fiada de um pavimento tipo no empreendimento E3.

Foto 3.17 – Execução de primeira fiada pavimento tipo – E3

Foto 3.18 – Execução de primeira fiada pavimento tipo – E3

3.3.3.4 Planta de segunda fiada

A Planta de segunda fiada (figura 3.42 e figura 3.43) indica a distribuição dos blocos na segunda fiada, a amarração com telas metálicas (onde necessário) das alvenarias com a estrutura e entre alvenarias (quando não é possível amarrar paredes por interpenetração de blocos), a marcação de peitoris e a posição das caixinhas elétricas em planta, bem como enchimentos.

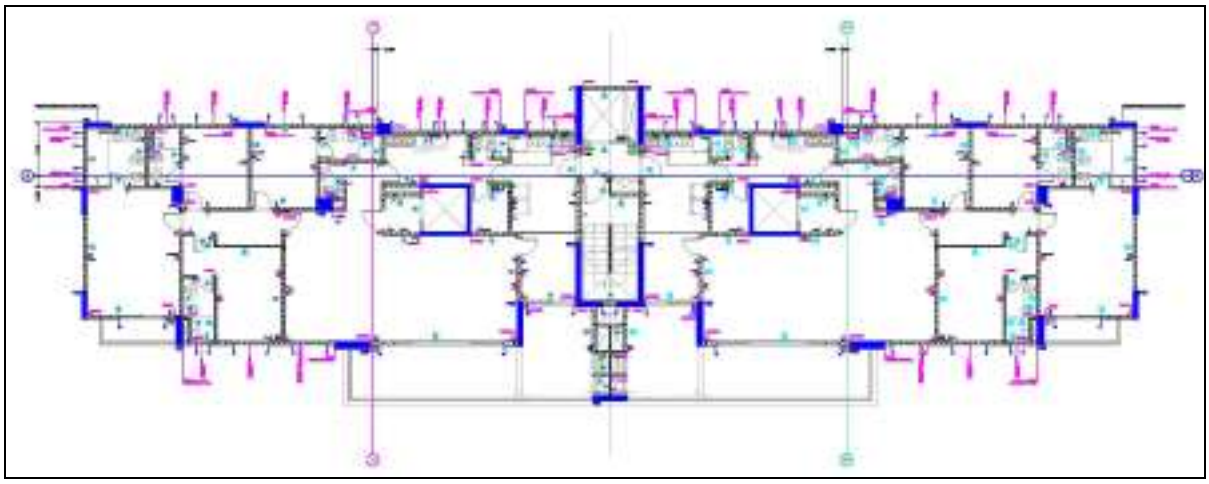


Figura 3.51 – Planta de segunda fiada – E3 (Leonardi & Bayerlein, 2006)

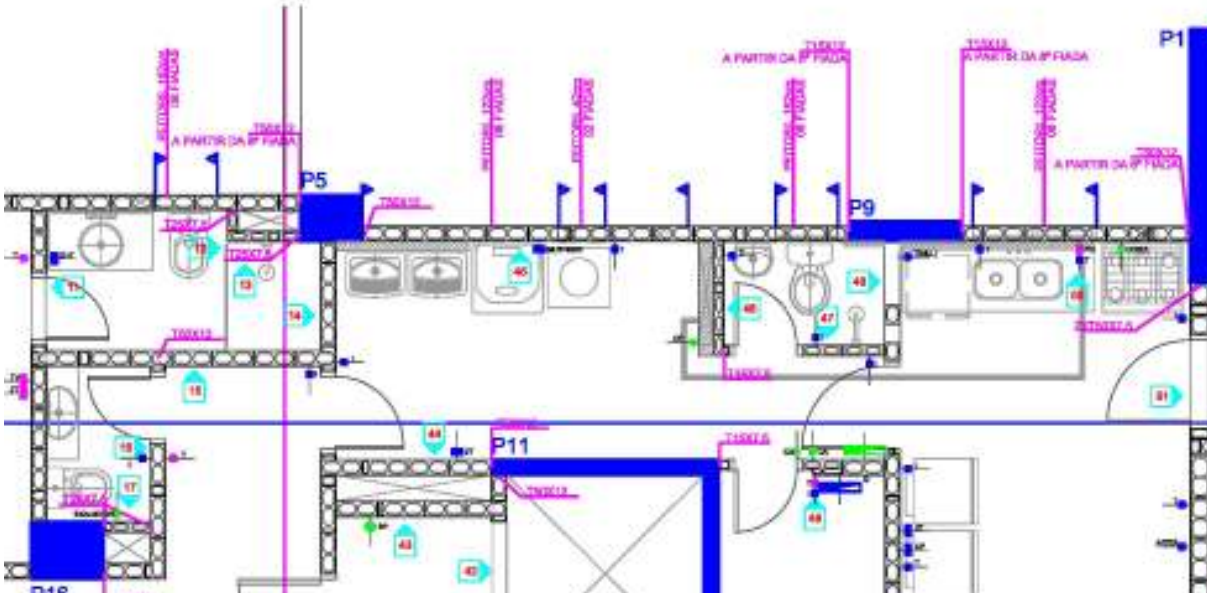


Figura 3.52 – Detalhe ampliado de planta de segunda fiada

A planta de segunda fiada é utilizada no momento da execução das alvenarias pelos pedreiros tarefeiros.

3.3.3.5 Considerações gerais, altura de pontos elétricos e legenda das elevações

Faz parte do projeto para produção de vedações do empreendimento E3 uma folha com que contém considerações gerais, altura de pontos elétricos e legenda (figura 3.44). Nessa folha há informações referentes a: especificação dos blocos e telas metálicas utilizados no projeto (figuras 3.45 e 3.46), técnicas de execução das alvenarias, tais como amarração com tela (figura 3.47), execução de vãos de janela (figura 3.48) e vãos de porta (figura 3.49) e padronização de altura dos pontos elétricos (figura 3.50), conforme apresentado a seguir.

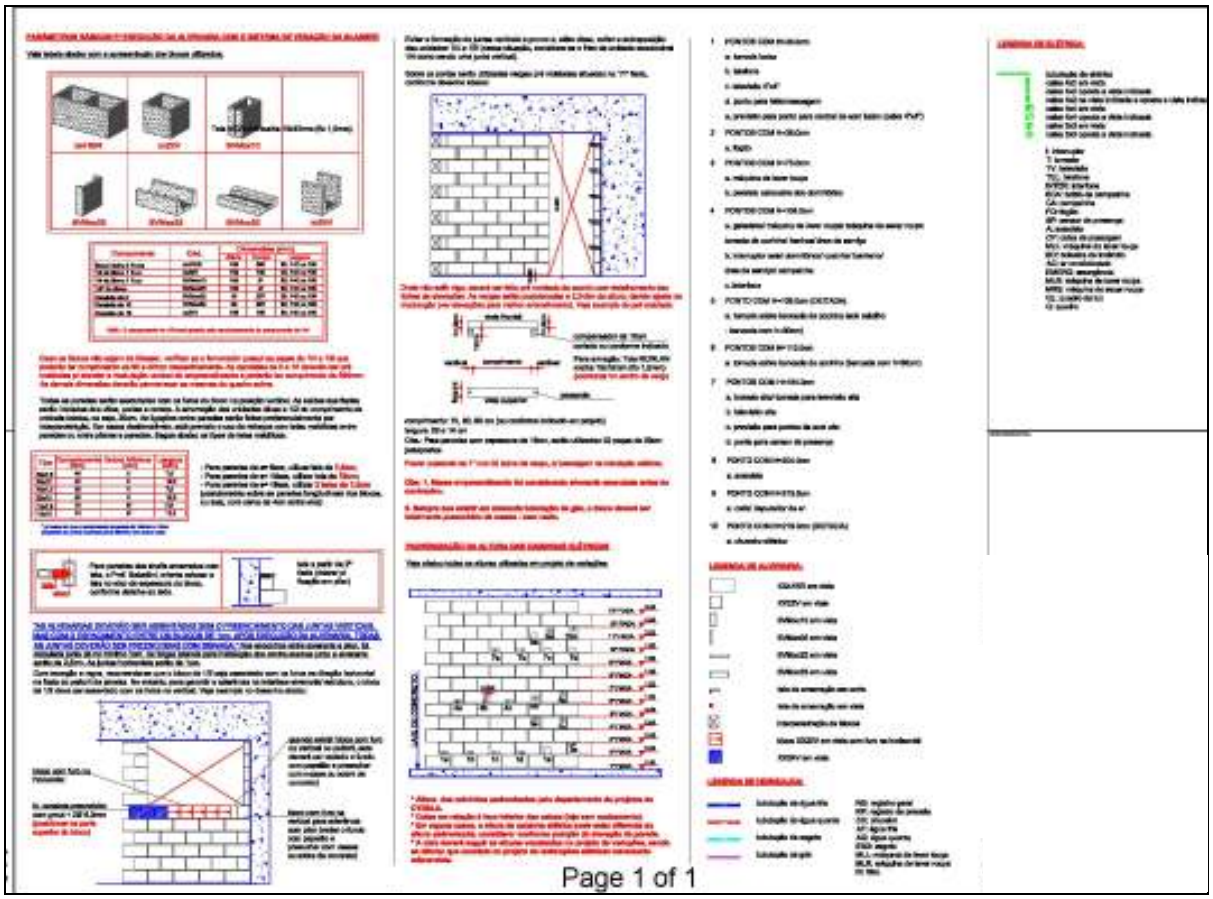
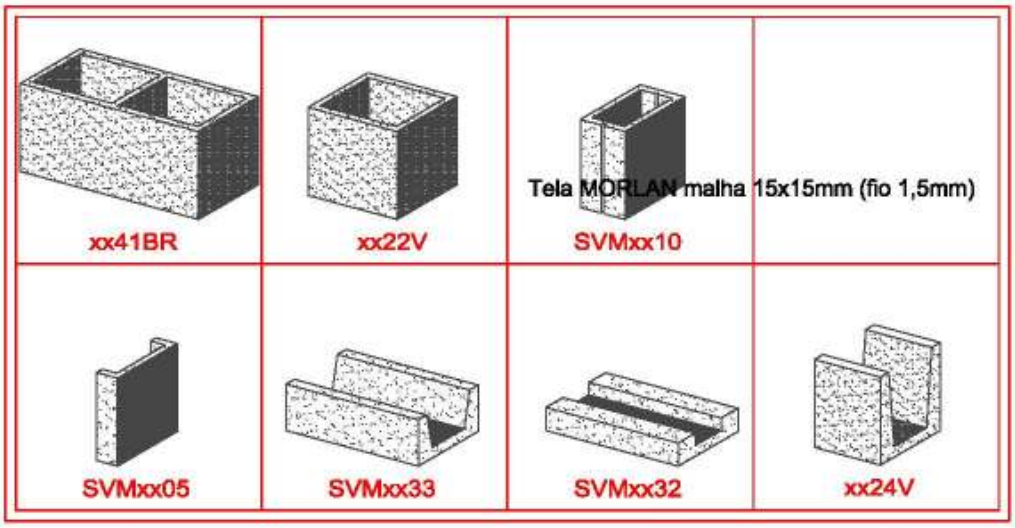


Figura 3.53 – Considerações gerais, altura dos pontos elétricos e legenda – E3 (Leonardi & Bayerlein, 2006)

A primeira informação apresentada refere-se à família de blocos considerada para o desenvolvimento do projeto. No caso do empreendimento E3, a empresa optou por blocos de concreto, conforme ilustrado na figura 3.54.

PARÂMETROS BÁSICOS P/ EXECUÇÃO DA ALVENARIA COM O SISTEMA DE VEDAÇÃO DA GLASSER

Veja tabela abaixo com a apresentação dos blocos utilizados:



Componente	Cód.	Dimensões (mm)		
		Altura	Compr.	Largura
Bloco Inteiro 2 Furos	xx41BR	190	390	90, 140 ou 190
1/2 de Bloco 1 Furo	xx22V	190	190	90, 140 ou 190
1/4 de Bloco 1 Furo	SVMxx10	190	97	90, 140 ou 190
1/8* de Bloco	SVMxx05	190	47	90, 140 ou 190
Canaleta de 5	SVMxx32	40	297	90, 140 ou 190
Canaleta de 10	SVMxx33	90	297	90, 140 ou 190
Canaleta de 19	xx24V	190	190	90, 140 ou 190

OBS.: O componente de 1/8 será gerado pelo seccionamento do componente de 1/4

Figura 3.54 – Especificação de blocos

Também estão especificadas as telas metálicas para amarração entre alvenarias e entre alvenaria e estrutura, conforme tabela da Figura 46 e definida sua forma de fixação (figura 3.47 e foto 3.19).

Todas as paredes serão executadas com os furos do bloco na posição vertical. As saídas das fiadas serão iniciadas dos vãos, portas e cantos. A amarração das unidades dá-se a 1/2 do comprimento da unidade básica, ou seja, 20cm. As ligações entre paredes serão feitas preferencialmente por interpenetração. Em casos desfavoráveis, está previsto o uso de reforços com telas metálicas entre paredes ou entre pilares e paredes. Segue abaixo os tipos de telas metálicas:

Tipo	Comprimento (cm)	Dobra Mínima (cm)	Largura (cm)
50x7,5	45	5	7,5
50x12	45	5	12,0
25x7,5	20	5	7,5
25x12	20	5	12,0
15x7,5	10	5*	7,5
15x12	10	5*	12,0

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

- Para paredes de **e= 9cm**, utilizar tela de **7,5cm**;
- Para paredes de **e= 14cm**, utilizar tela de **12cm**;
- Para paredes de **e= 19cm**, utilizar **2 telas de 7,5cm** (posicionadas sobre as paredes longitudinais dos blocos ou seja, com cerca de 4cm entre elas)

Figura 3.55 – Especificação de telas metálicas

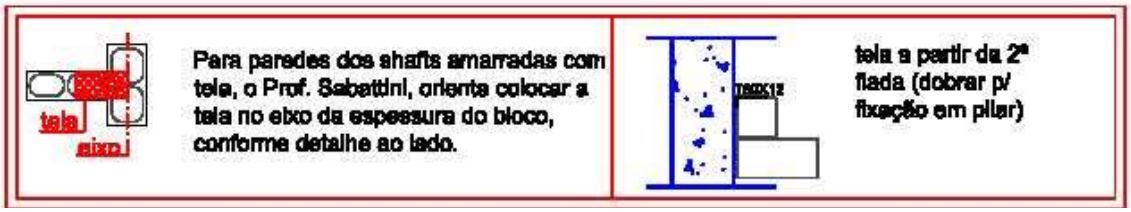


Figura 3.56 – Orientação sobre colocação de telas metálicas

Foto 3.19 – Fixação de tela metálica em estrutura

Orientações quanto à técnica construtiva que deve ser adotada, tais como execução de vãos de portas e janelas, também fazem parte dessa folha, conforme detalhes ampliados das figuras 3.48 a 3.50.

"AS ALVENARIAS DEVERÃO SER ASSENTADAS SEM O PREENCHIMENTO DAS JUNTAS VERTICAIS, MAS COM O ESPAÇAMENTO ENTRE OS BLOCOS DE 1cm. APÓS EXECUÇÃO DA ALVENARIA, TODAS AS JUNTAS DEVERÃO SER PREENCHIDAS COM BISNAGA." Nos encontros entre alvenaria e pilar, foi calculada junta de no mínimo 1cm. As folgas laterais para instalação dos contra-marcos junto a alvenaria serão de 2,5cm. As juntas horizontais serão de 1cm.

Com exceção a regra, recomenda-se que o bloco de 1/2 seja assentado com os furos na direção horizontal na fiada do peitoril de janelas. No entanto, para garantir a aderência na interface alvenaria/ estrutura, o bloco de 1/2 deve ser assentado com os furos na vertical. Veja exemplo no desenho abaixo:

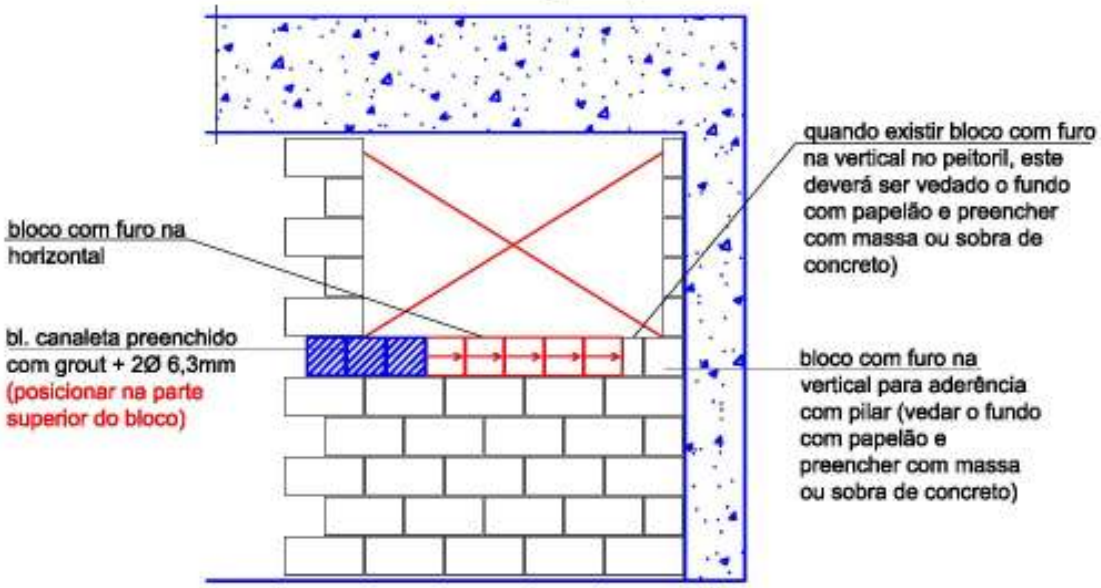


Figura 3.57 – Execução de vãos de janela

Evitar a formação de juntas verticais a prumo e, além disso, evitar a sobreposição das unidades 1/4 e 1/8 (nessa situação, considera-se o friso da unidade seccionáve 1/4 como sendo uma junta vertical).

Sobre as portas serão utilizadas vergas pré moldadas situadas na 11ª fiada, conforme desenho abaixo:

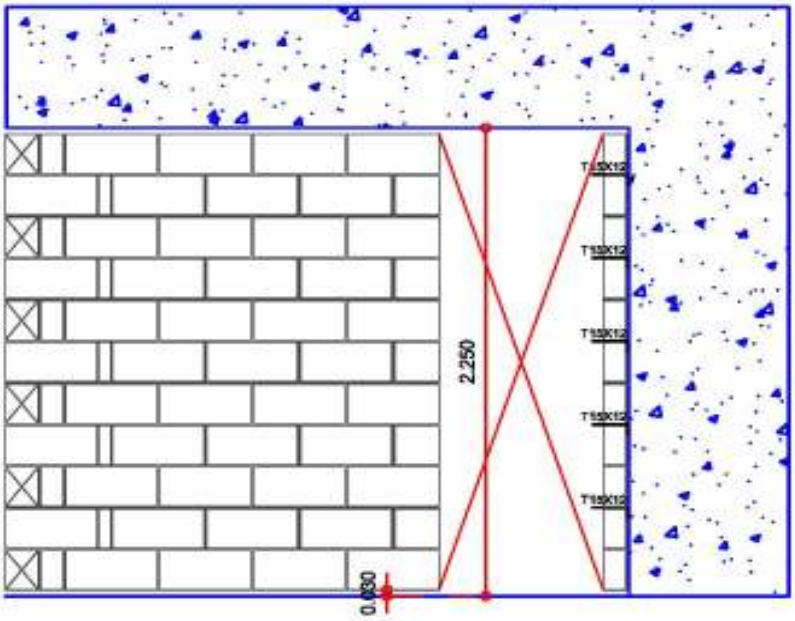
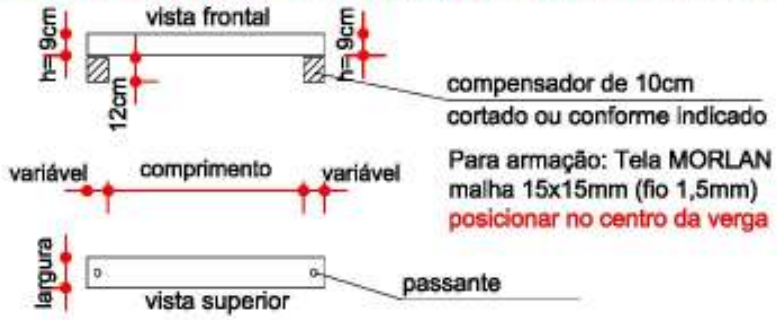


Figura 3.58 – Execução de vãos de porta

Onde não exitir viga, deverá ser feito pré moldado de acordo com detalhamento das folhas de elevações. As vergas estão posicionadas a 2,245m de altura, devido ajuste de modulação (ver elevações para melhor entendimento). Veja exemplo do pré moldado:



comprimento: 70, 80, 90 cm (ou conforme indicado em projeto)
largura: 09 e 14 cm
Obs.: Para paredes com espessura de 19cm, serão utilizadas 02 peças de 09cm justapostas

Prever passante de 1" nos 02 lados da verga, p/ passagem de tubulação elétrica.

Obs: 1. Nesse empreendimento foi considerado alvenaria executada antes do contrapiso.

2. Sempre que existir em alvenaria tubulação de gás, o bloco deverá ser totalmente preenchido de massa - sem vazio.

Figura 3.59 – Detalhamento de execução de vergas

Foto 3.20 – Execução de verga em porta – E3

As diretrizes utilizadas para a definição da posição das caixas elétricas nos blocos de vedação (face inferior ou superior, lado direito ou esquerdo), bem como as alturas dos pontos elétricos são apresentadas na figura 3.51 .

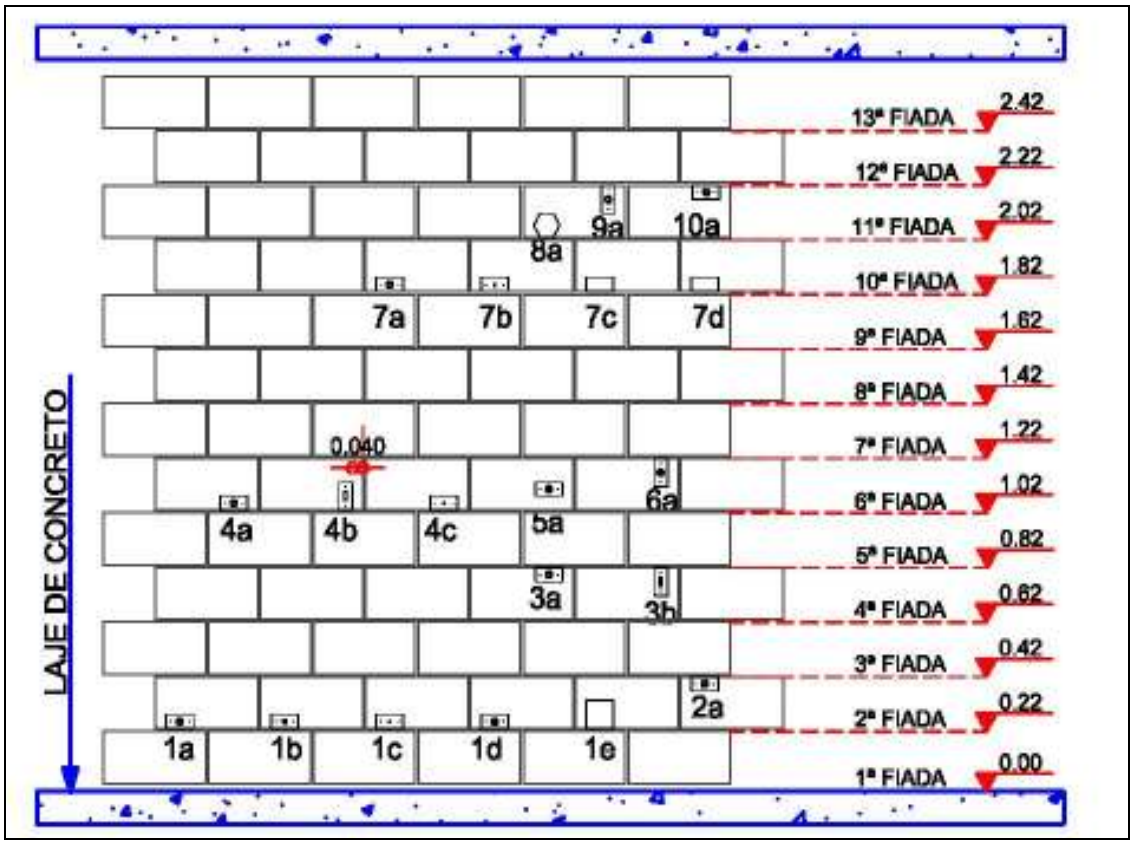


Figura 3.60 – Padronização de caixinhas elétricas – E3

No empreendimento E3, o embutimento da tubulação de elétrica é feito simultaneamente à elevação das paredes pelos próprios pedreiros. Os blocos que recebem as caixinhas elétricas são preparados anteriormente à elevação das alvenarias em bancada de corte e colagem. Como resultado tem-se a instalação elétrica embutida concluída simultaneamente à conclusão das alvenarias do pavimento, conforme ilustrado nas fotos 21 e 22 a seguir.

Foto 3.21 – Execução de elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3

Foto 3.22 – Detalhe engate de tubulação e caixas elétricas – E3

A preparação dos blocos e o chumbamento das caixinhas nos blocos são feitos por um funcionário da empresa de mão-de-obra contratada para a execução dos serviços. A sequência de produção dos blocos elétricos está ilustrada nas fotos 3.23 a 3.28.

Foto 3.23 – Produção de blocos elétricos – E3

Foto 3.24 – Produção de blocos elétricos – E3

Foto 3.25 – Produção de blocos elétricos – E3

Foto 3.26 – Produção de blocos elétricos – E3

Foto 3.27 – Produção de blocos elétricos – E3

Foto 3.28 – Produção de blocos elétricos – E3

Segundo o encarregado da empreiteira, ele mesmo desenhou e quantificou os diversos “tipos de blocos elétricos” reproduzindo o que aparecia nas elevações das paredes fornecidas no PPAV. Esse fato chama atenção para uma decisão de obra por ausência de uma informação, que poderia ter sido facilmente fornecida no projeto em forma de tabela quantitativa.

3.3.3.6 Modulações verticais e altura dos pontos hidráulicos

A folha de modulações verticais e altura dos pontos de hidráulica (figura 3.52), apresenta todas as modulações verticais das alvenarias do pavimento tipo.

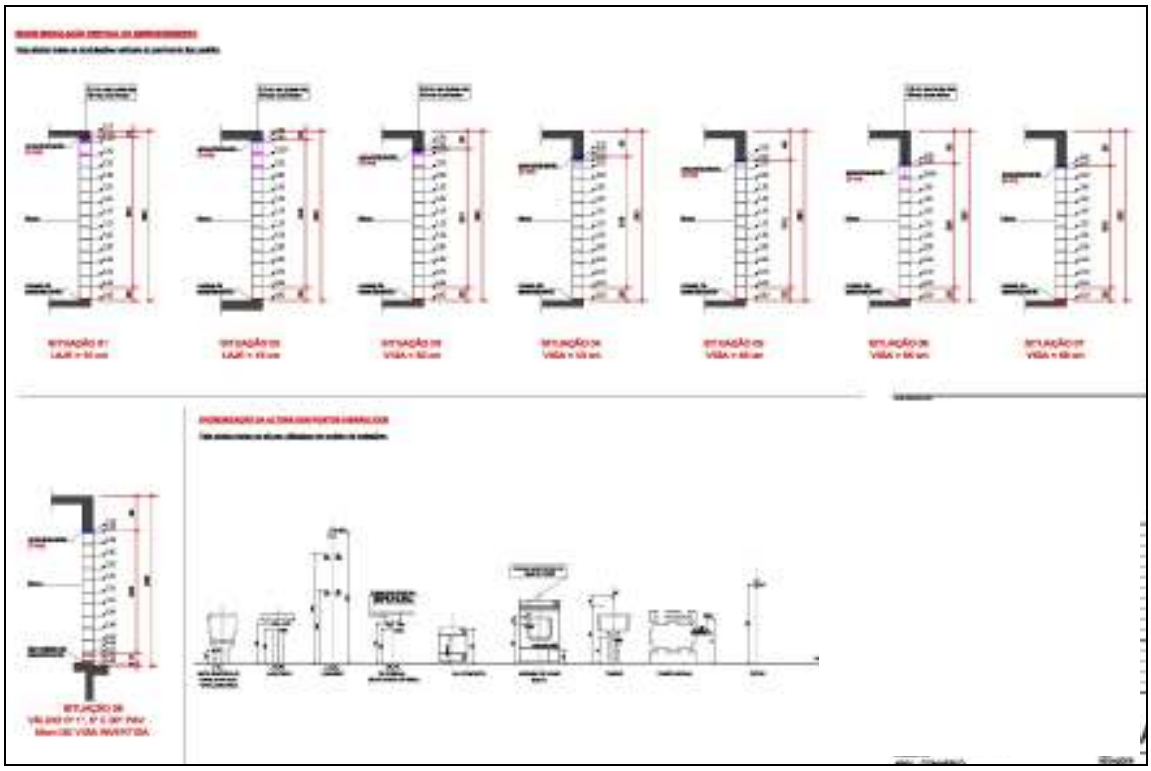


Figura 3.61 – Modulações verticais e altura dos pontos hidráulicos – E3

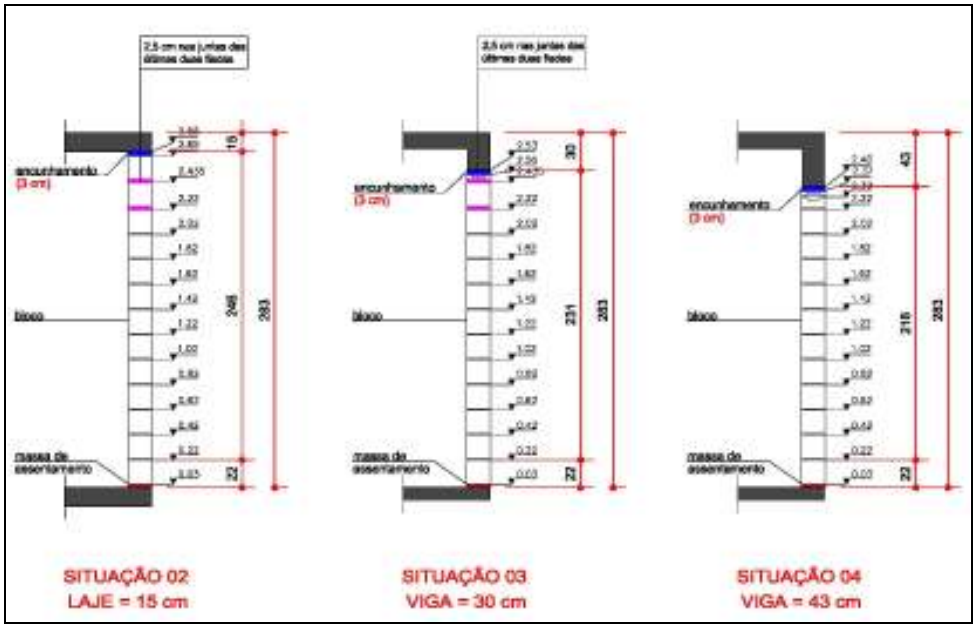


Figura 3.62 – Modulação vertical ampliada – E3

Observa-se que nas modulações verticais apresentadas foram incluídas as medidas da face inferior das vigas e lajes à face superior do bloco de primeira fiada (figura 3.53). Essa informação evita que a referida medida seja calculada erroneamente pela equipe de campo e facilita a conferência e aceitação do serviço de marcação pelo encarregado ou mestre de obra. Caso haja estrangulamento da medida em função de imperfeições geométricas da estrutura de concreto armado, detecta-se facilmente o problema e se buscar soluções antes da elevação da alvenaria.

Outro item a ser observado é a variação das espessuras das juntas horizontais em algumas paredes sob vigas. A variação ocorre em função de não haver coordenação modular nas dimensões verticais e insuficiente flexibilidade dimensional dos complementos ou submúltiplos para suprir as diferenças de altura.

Também são indicadas as alturas padrão dos pontos hidráulicos. A figura 3.63 abaixo exemplifica algumas dessas alturas.

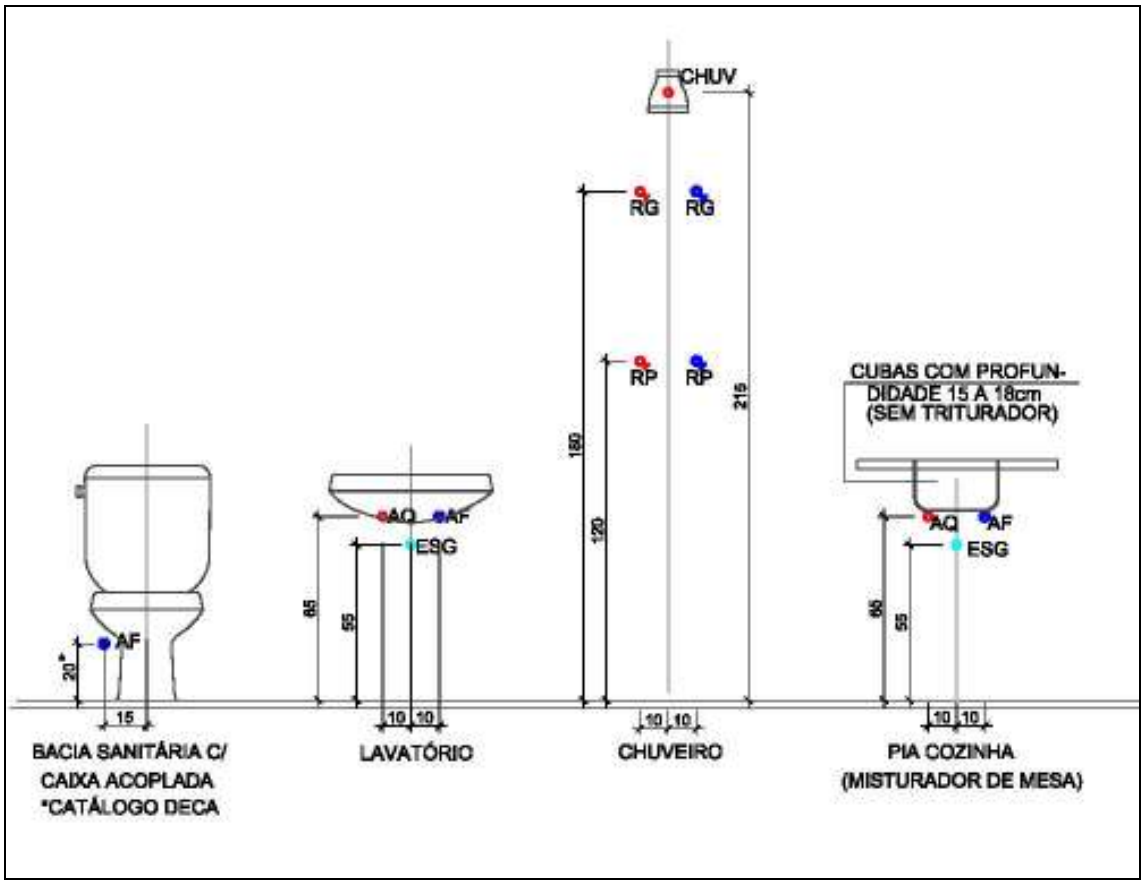


Figura 3.63 – Altura de pontos hidráulicos- E3

3.3.3.7 Folhas de elevações

As elevações das paredes são agrupadas, de forma a preencher folhas A0. Nas folhas das elevações estão representadas: a primeira fiada de cada parede, a distribuição dos blocos na parede em vista, as instalações elétricas e hidráulicas embutidas e as peças especiais necessárias à execução das paredes. As figuras 3.64 e 3.65 ilustram uma folha de elevações constante no projeto para produção analisado.

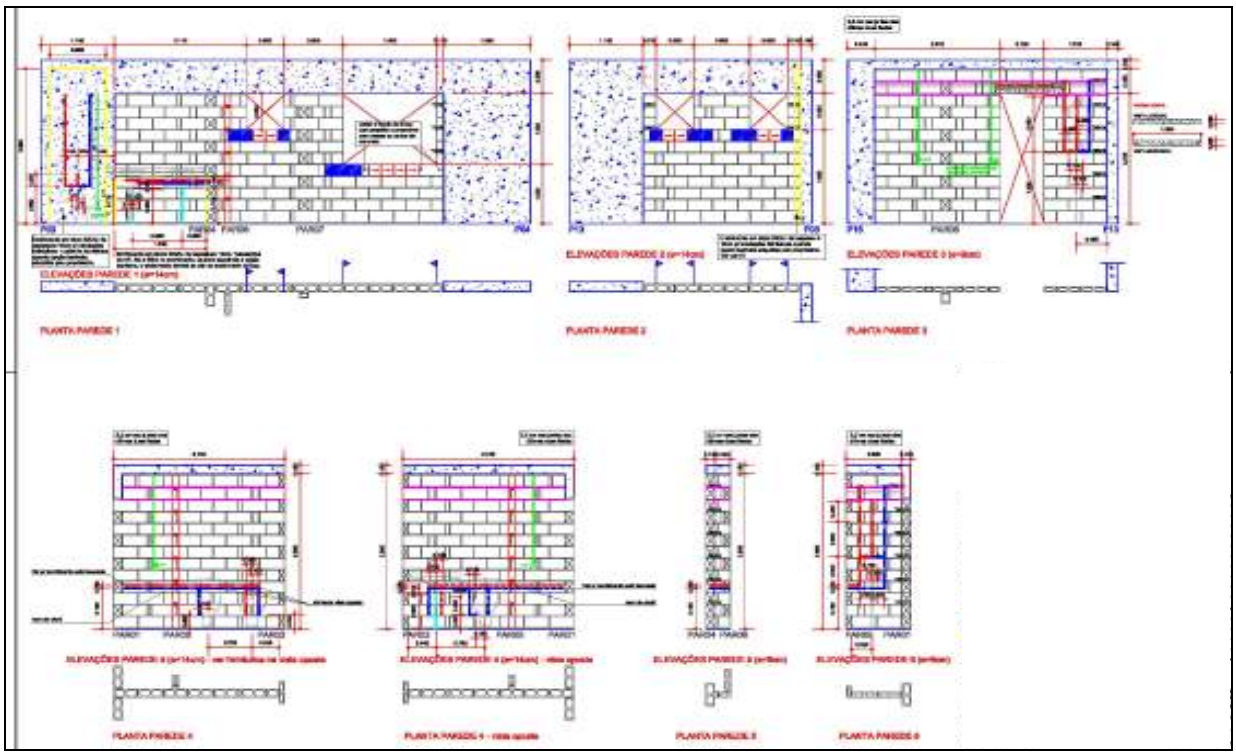


Figura 3.64 – Elevações de paredes – E3

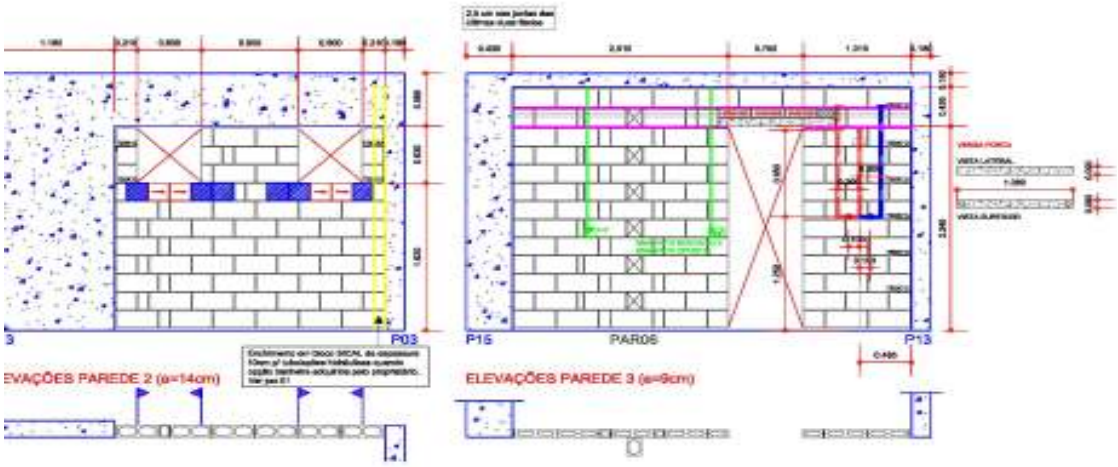


Figura 3.65 – Ampliação das elevações de paredes – E3

As fotos 3.29 e 3.30 apresentadas a seguir ilustram a execução de alvenarias de vedação no empreendimento E3.

Foto 3.29 – Elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3

Foto 3.30 – Elevação de alvenaria do pavimento tipo – E3

3.3.3.8 Quantidades de material

Os quantitativos referentes aos blocos e peças especiais necessários para a execução dos pavimentos tipo são apresentados em tabela ilustrada na figura 3.57.

				TOTAL DE BLOCOS POR PAREDE							BLOCOS 1° FIADA							
INT / EXT	Repetições:	Par	e=	bl.39	bl.29	arrem.	bl.19	bl. 10	bl. 05	can.	bl.39	bl.29	arrem.	bl.19	bl. 10	bl. 05	can.	bl.
externa	4	1	14	110	12	17	9	9	9	0	13	0	0	0	0	0	0	9
externa	4	1b	9	20	0	4	10	2	11	0	2	0	0	1	0	1	0	1
externa	4	1C	9	10	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
interna	4	2	14	30	5	0	1	9	21	0	5	0	0	0	0	1	0	2
interna	4	3	14	31	16	0	1	5	28	0	3	1	0	0	0	2	0	2
interna	4	4	9	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
interna	4	5	9	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0
externa	4	6	14	62	11	7	20	25	5	0	12	0	0	0	1	1	0	5
externa	4	6b	9	20	0	4	10	2	11	0	2	0	0	1	0	1	0	1
interna	4	7	14	84	11	0	1	15	26	0	7	1	0	0	0	1	0	7
interna	4	8	14	44	11	0	0	9	35	0	3	1	0	0	0	3	0	4
interna	4	9	14	67	0	9	7	6	6	0	6	0	0	1	0	1	0	6
interna	4	10	14	61	13	10	8	23	24	0	4	2	0	1	1	3	0	5
interna	4	11	14	0	0	4	5	6	17	0	0	0	0	0	0	2	0	0
interna	4	12	14	77	0	10	7	6	7	0	6	0	0	1	0	1	0	7
externa	4	12b	19	32	2	5	17	8	11	0	6	0	0	0	0	1	0	2
externa	4	13	19	27	0	1	11	0	11	0	3	0	0	0	0	1	0	2
externa	4	14	14	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
externa	4	14	9	0	0	0	6	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
externa	4	15	14	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
externa	4	15	9	12	0	0	6	5	6	0	1	0	0	1	0	1	0	1
externa	4	16	14	31	5	3	12	2	17	0	4	0	0	0	0	2	0	2
interna	4	17	14	57	11	7	5	22	6	0	6	0	0	0	3	1	0	5
externa	4	18	14	32	9	4	12	10	0	0	6	0	0	0	1	0	0	2
externa	4	19	14	77	8	13	9	9	15	0	9	0	0	1	0	1	0	6
interna	4	20	14	72	11	12	1	2	11	0	6	1	0	0	0	1	0	6
interna	4	21	9	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0
interna	4	22	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
interna	4	23	14	51	5	9	10	2	6	0	5	0	0	2	0	1	0	4
int. elevador	4	24	14	11	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Figura 3.66 – Quantitativo de blocos por parede – E3

3.3.3.9 Utilização do PPAV pela equipe de produção

O modelo de contratação das alvenarias de vedação adotado pela construtora C3 é semelhante ao modelo praticado pela construtora C2, detalhado no item 3.3.4, exceto pelo fato da contratação dos serviços de mão de obra para a execução das alvenarias de vedação ter sido feita a partir do PPAV e dos Procedimentos Executivos da construtora C3.

O projeto para a produção de alvenarias de vedação foi desenvolvido por empresa especializada a partir das diretrizes da construtora C3 e coordenado pela área de projetos da empresa. A equipe da obra da construtora C3 recebeu esse PPAV e contratou uma empreiteira de mão-de-obra para a execução das alvenarias de vedação conforme o mesmo, devendo a mesma seguir também os Procedimentos Executivos relacionados aos serviços de alvenaria da construtora C3 e as tolerâncias admitidas para o seu recebimento.

O projeto para a produção de alvenarias de vedação (PPAV) foi apresentado antes do início dos serviços à equipe da obra (construtora e empreiteira de mão-de-obra) pelo projetista responsável pela elaboração do projeto. Paralelamente foram ministrados treinamentos dos procedimentos executivos à mão-de-obra de execução e de fiscalização da empreiteira e da construtora.

A equipe administrativa da construtora C3 na obra é composta por engenheiro residente, mestre, administrativo, encarregado de alvenaria, almoxarife e dois estagiários. A equipe de pedreiros para os serviços de alvenaria, dimensionada pela própria empresa de mão-de-obra para atender aos prazos solicitados, é composta por cinco pedreiros e um encarregado. Um dos pedreiros é responsável pela execução da primeira fiada e os demais pelas elevações dos pavimentos tipo.

O quantitativo de blocos, inteiros e submúltiplos, foi fornecido pelo projetista de vedações como anexo do PPVA, servindo como dado de entrada para a solicitação e fechamento do pedido de compra dos blocos.

O quantitativo de telas metálicas não fez parte do projeto para a produção de alvenarias de vedação, ficando o levantamento de quantidades para aquisição das mesmas por conta da engenharia da construtora C3.

A mesma situação se repetiu no que se refere às argamassas. A equipe da obra ficou responsável pelo levantamento do quantitativo necessário de cimento, areia e cal para a produção de argamassa, uma vez que a construtora C3 utiliza argamassa mista industrializada em canteiro de obras.

O planejamento dos serviços de execução das alvenarias de vedação é feito pelo engenheiro responsável da construtora e repassado à equipe de produção. No cronograma inicial estava prevista a execução de um pavimento tipo por semana, considerando-se cinco dias trabalhados.

Segundo o engenheiro responsável da construtora, houve uma dificuldade nos pavimentos iniciais em cumprir o prazo em função de deficiência de organização da empreiteira de mão-de-obra, que foi resolvida com uma interferência maior da construtora no planejamento das atividades e distribuição da equipe da empreiteira. Outra dificuldade encontrada, solucionada após o protótipo de vedações, foi a substituição da alvenaria de blocos por fechamento em gesso acartonado na parede dos quadros elétricos e de sistemas, que apresentava alta concentração de tubulações embutidas.

O projeto para produção de alvenarias de vedação foi revisado conforme as definições do protótipo realizado e disponibilizado à equipe para utilização no canteiro de obras.

Alguns pedreiros entrevistados já haviam trabalhado com projetos para a produção de alvenarias em outras obras e comentaram que agrupar elevações de várias paredes numa folha A0 dificulta o manuseio e a utilização do projeto pela mão-de-obra, principalmente porque a divisão das paredes entre os pedreiros da equipe não coincide com o agrupamento apresentado no projeto.

Os pedreiros que estavam trabalhando com o projeto para produção pela primeira vez consideram o projeto um facilitador para a execução dos serviços. Observou-se, no entanto, uma dificuldade de compreensão das informações contidas no projeto e de seguir a modulação definida.

O projeto do canteiro e a logística de abastecimento e transporte de material são desenvolvidos no início das obras pelo engenheiro residente e ficam registrados em planta desenvolvida no próprio canteiro de obras.

O levantamento da quantidade de blocos de cada tipo necessários à execução do pavimento é confirmado pela equipe de produção após a execução do primeiro pavimento tipo. Com essa informação o encarregado faz a programação de subida dos blocos. Já a solicitação de entrega de material é feita de forma a garantir um estoque mínimo de um pavimento.

A gestão dos serviços de alvenaria é feita pela construtora. Os pedidos de material são feitos pelo administrativo de obra. A conferência dos serviços de marcação e elevação de alvenaria é de responsabilidade do encarregado e dos estagiários, que seguem as fichas de verificação de serviços constantes no Sistema de Gestão de Qualidade da construtora C3.

A garantia de abastecimento dos andares e o acompanhamento da produção é atribuição do encarregado da construtora O encarregado da empreiteira administra a equipe, orienta a mão-de-obra, controla a qualidade do serviço e faz a entrega do serviço à equipe da construtora comprovando o atendimento às tolerâncias de esquadro e prumo pré-estabelecidas.

Pôde ser constatada a utilização do PPAV tanto pela equipe da construtora, como pela equipe da empresa contratada.

Observou-se no empreendimento E3 que não havia uma seqüência pré-definida para a execução das paredes e que em função de atrasos na execução dos primeiros pavimentos houve alteração na estratégia de fechamento dos andares, passando a dar prioridade à execução das alvenarias externas do pavimento. O projeto, que havia sido desenvolvido considerando execução simultânea das paredes externas e internas e amarração entre as mesmas por interpenetração, não foi modificado. Os oficiais deixaram “castelos” na amarração entre as paredes externas e internas, mantendo o intertravamento previsto no PPAV.

Quanto à interface com os serviços de instalações elétricas, o fato de a construtora exigir a simultaneidade de sua execução com a elevação das alvenarias, fez com que o encarregado da empreiteira desenvolvesse uma tabela para a produção dos blocos elétricos e aproveitasse um espaço da central de pré-moldados para produzir

os mesmos. Também optou-se por substituir alvenaria por parede em gesso acartonado na parede dos quadros elétricos e de sistemas, devido à baixa produtividade para execução das mesmas segundo o projeto para produção inicial. Após a realização do protótipo de alvenaria e decisão pela substituição de parede em bloco por parede em gesso acartonado foi desenvolvido um projeto específico para sua execução e encaminhado à obra junto com os demais itens constantes do reprojeto.

No que se refere às instalações hidráulicas, as prumadas de águas pluviais e esgoto são executadas após a marcação das alvenarias. Já a execução das tubulações de distribuição de água e esgoto ocorre após a elevação das alvenarias, pois foram projetados enchimentos nos ambientes para acomodação dessas tubulações.

3.4 ANÁLISE CRÍTICA DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO IMOBILIÁRIO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA

As análises apresentadas a seguir abordam aspectos como: o momento de inserção do projeto para a produção de alvenarias de vedação no ciclo de vida do empreendimento, o autor do PPAV, interfaces do PPAV com os demais subsistemas e com a produção, o conteúdo do PPAV e o planejamento da execução dos serviços e a utilização do PPAV pela equipe de produção.

A exemplificação dos aspectos é feita através de: observações específicas dos projetos para produção de alvenarias de vedação dos empreendimentos E1, E2 e E3, da bibliografia consultada e da experiência da autora como engenheira residente em obra, gerente de desenvolvimento e qualidade e como gerente de projetos de empresa construtora do mercado imobiliário que utiliza projetos para produção de alvenarias de vedação há cerca de quinze anos.

O quadro apresentado na figura 3.67 resume os principais itens observados no desenvolvimento dos PPAV dos empreendimentos E1, E2 e E3.

ITENS CONSIDERADOS NA ANÁLISE CRÍTICA DOS PPAV DOS EMPREENDIMENTOS E1, E2 e E3.	E1		E2		E3	
MOMENTO DE INSERÇÃO DO PPAV NO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO	APÓS CONCLUSÃO DO PROJETO EXECUTIVO (COM A ESTRUTURA EM ANDAMENTO)		DURANTE O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS EXECUTIVOS		DURANTE O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS EXECUTIVOS	
AUTOR DO PPAV	EMPRESA DE PROJETO E EXECUÇÃO DE ALVENARIA		EMPRESA ESPECIALIZADA EM PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS		EMPRESA ESPECIALIZADA EM PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS	
CONTEÚDO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	PLANTA DE LOCAÇÃO DE PAREDES	POSIÇÃO DAS PAREDES E DOS VÃOS A PARTIR DE EIXOS XY	PLANTA DE MODULAÇÃO DE 1ª FIADA	POSIÇÃO DAS PAREDES E DOS VÃOS A PARTIR DE EIXOS XY	PLANTA DE 1ª FIADA	POSIÇÃO DAS PAREDES E DOS VÃOS A PARTIR DE EIXOS XY
		NÚMERO DAS PAREDES		-		NÚMERO DAS PAREDES E IDENTIFICAÇÃO DAS VIGAS
		ESPESSURAS DOS BLOCOS		ESPESSURAS DOS BLOCOS		ESPESSURAS DOS BLOCOS
		POSIÇÃO E COMPRIMENTO TELAS DE AMARRAÇÃO		POSIÇÃO E COMPRIMENTO TELAS DE AMARRAÇÃO		-
		DIMENSÕES DAS ESPALETAS		-		-
		DIMENSÕES DE VÃOS DE PORTA E JANELA		DIMENSÕES DE VÃOS DE PORTA E JANELA		-
		DIMENSÕES DE PAREDES DE SHAFTS		-		-
		[illegible]		-		-
	PLANTA DE MARCAÇÃO DE 1ª FIADA	NÚMERO DAS PAREDES		-		-
		ESPESSURAS DOS BLOCOS		-		-
		DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS POR PAREDE		DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS POR PAREDE		DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS POR PAREDE
		ESPESSURAS E FORMAS DE PREENCHIMENTO DE JUNTAS VERTICAIS		ESPESSURAS E FORMAS DE PREENCHIMENTO DE JUNTAS VERTICAIS		-
		DIMENSÕES DAS ESPALETAS E DOS VÃOS DE PORTA		DETALHES GRÁFICOS DE AMARRAÇÃO ENTRE PAREDES E ENTRE PAREDES E ESTRUTURA		-
		DIMENSÕES DE PAREDES DE SHAFTS		-		-
	NÃO HÁ PLANTA DE MODULAÇÃO DE 2ª FIADA		PLANTA DE MODULAÇÃO DE 2ª FIADA	DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS POR PAREDE	PLANTA DE 2ª FIADA	DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS NA 2ª FIADA POR PAREDE
				POSIÇÃO E COMPRIMENTO TELAS DE AMARRAÇÃO		POSIÇÃO E DIMENSÃO TELAS DE AMARRAÇÃO
				ESPECIFICAÇÃO DE TELAS E PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO DAS MESMAS		INDICAÇÃO DAS ALTURAS DE PEITORIS
				-		POSIÇÃO DAS CAIXINHAS ELÉTRICAS EM PLANTA
				-		INDICAÇÃO DE ENCAMINHEIROS
	NÃO HÁ QUANTITATIVO DE BLOCOS NO PACOTE ENTREGUE À CONSTRUTORA		QUANTITATIVO BLOCOS	BLOCOS PARA 2ª FIADA - FOLHA ESPECÍFICA EM FORMATO A4	QUANTITATIVO BLOCOS	BLOCOS, CONFEIÇÕES PES E CANALETAS PARA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO TIPO - FOLHA A4
	PLANTA DE LOCAÇÃO ELÉTRICA	INDICA OS CAMINHOS E DIÂMETROS DOS ELETRODUTOS EMBUTIDOS EM LAJE	PLANTA DE PONTOS ELÉTRICOS EM LAJE	INDICA OS CAMINHOS DOS ELETRODUTOS EMBUTIDOS EM LAJE	PLANTA DE CAMINHAMENTO DE TUBULAÇÕES ELÉTRICAS	INDICA OS CAMINHOS E DIÂMETROS DOS ELETRODUTOS EMBUTIDOS EM LAJE
		LOCAÇÃO DE CAIXAS DE PASSAGEM SÃO COTADAS A PARTIR DA FACE DAS ALVENARIAS		LOCAÇÃO DE CAIXAS DE PASSAGEM E DE PONTOS DE SUBIDA E DESCIDA A PARTIR DE EIXOS XY		LOCAÇÃO DE CAIXAS DE PASSAGEM E DE PONTOS DE SUBIDA E DESCIDA A PARTIR DE EIXOS XY JUNTADAS COM PLANTA DE 1ª FIADA
		LOCAÇÃO DOS PONTOS DE SUBIDA E DESCIDA A PARTIR DOS EIXOS DOS BLOCOS				
		-		DETALHAMENTO DA ALTURA DOS PONTOS		-
	PLANTA DE LOCAÇÃO HIDRÁULICA	INDICA AS FURAÇÕES COTADAS A PARTIR DAS PAREDES PRÓXIMAS	PLANTA DE LOCAÇÃO HIDRÁULICA	INDICA POSIÇÃO DOS PONTOS HIDRÁULICOS A PARTIR DE EIXOS XY	PLANTA DE FURAÇÕES HIDRÁULICAS	INDICA OS EIXOS DAS FURAÇÕES HIDRÁULICAS JUNTADAS COM A PLANTA DE 1ª FIADA E COTADAS A PARTIR DE EIXOS XY
				APRESENTA DETALHES AMPLIADOS COM LOCAÇÃO DOS PONTOS HIDRÁULICOS A PARTIR DE PAREDES PRÓXIMAS		
		LOCALIZA CAIXAS DE PASSAGEM EM MADEIRA		INDICA DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES CONSTANTES NO PROJETO DE HIDRÁULICA		INDICA DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES CONSTANTES NO PROJETO DE HIDRÁULICA
		-		APRESENTA DETALHES AMPLIADOS DE COTAS DOS PONTOS HIDRÁULICOS EM RELAÇÃO AO PISO ACABADO		-
	CADERNO DE DETALHES	AMARRAÇÃO ENTRE PAREDES	NÃO HÁ CADERNO DE DETALHES OS DETALHES SÃO APRESENTADOS NAS PLANTAS DE 1ª E 2ª FIADAS E NAS PLANTAS DE PONTOS HIDRÁULICOS E ELÉTRICOS EM LAJE		PLANTA COM CONSIDERAÇÕES GERAIS, ALTURAS DE PONTOS ELÉTRICOS E LEGENDA E PLANTA COM MODULAÇÃO VERTICAL E ALTURA PONTOS HIDRÁULICOS	AMARRAÇÃO ENTRE PAREDES
		AMARRAÇÃO ENTRE ALVENARIA E ESTRUTURA				AMARRAÇÃO ENTRE ALVENARIA E ESTRUTURA
		TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS ALVENARIAS				TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS ALVENARIAS E DETALHES CONSTRUTIVOS DE VÃOS E PEITORIS
		-				ESPECIFICAÇÃO DA FAMÍLIA DE BLOCOS
		PEÇAS ESPECIAIS NECESSÁRIAS				PEÇAS ESPECIAIS NECESSÁRIAS
		INTERFACE COM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				PADRONIZAÇÃO DAS ALTURAS DE PONTOS ELÉTRICOS EM FUNÇÃO DAS FIADAS (FACE INFERIOR OU SUPERIOR, CONFORME O CASO)
		-				ALTURA DOS PONTOS HIDRÁULICOS
		MODULAÇÃO VERTICAL ADOTADA				MODULAÇÃO VERTICAL ADOTADA
	CADERNO DE ELEVAÇÕES	PLANTA DE IDENTIFICAÇÃO DE PAREDES	NÃO SÃO DESENVOLVIDAS ELEVAÇÕES DAS PAREDES		FOLHAS DE ELEVAÇÕES COM VÁRIAS PAREDES (FORMATO A2)	-
		ELEVAÇÕES DE TODAS AS PAREDES, INCLUSIVE AS PEQUENAS CONF. ABAIXO: - DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS - MEDIDAS DE VÃOS - POSIÇÃO E DETALHAMENTO DE PEÇAS ESPECIAIS E TELAS - FOLGAS PARA FIXAÇÃO - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EMBUTIDAS				ELEVAÇÕES DE TODAS AS PAREDES, INCLUSIVE AS PEQUENAS CONF. ABAIXO: - 1ª FIADA DE CADA PAREDE - DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS - MEDIDAS DE VÃOS - POSIÇÃO E DETALHAMENTO DE PEÇAS ESPECIAIS E TELAS - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS EMBUTIDAS

Figura 3.67 Parte 1 - Quadro resumo dos PPAV empreendimentos E1, E2 e E3

ITENS CONSIDERADOS NA ANÁLISE CRÍTICA DOS PPAV DOS EMPREENDIMENTOS E1, E2 e E3		E1	E2	E3
FORMA DE CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE EXECUÇÃO DE ALVENARIAS	CONTRATAÇÃO DE PAREDE PRONTA (MÃO-DE-OBRA PARA EXECUÇÃO)	CONTRATAÇÃO DE SISTEMA PAREDE PRONTA	CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIAS	CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIAS
	UTILIZAÇÃO DO PPAV PARA CONCORRÊNCIA DOS SERVIÇOS	NÃO (PPAV DESENVOLVIDO PELO FORNECEDOR DE PAREDE PRONTA APÓS CONTRATAÇÃO)	NÃO	SIM (UTILIZAÇÃO DO PPAV E DOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS DA EMPRESA PARA CONCORRÊNCIA DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO)
INTERFACES DO PPAV COM A PRODUÇÃO	DEFINIÇÃO DE PRAZOS	ACORDO ENTRE CONSTRUTORA E EMPRESA CONTRATADA NO ATO DA CONTRATAÇÃO	A PARTIR DO CRONOGRAMA INICIAL DO EMPREENDIMENTO - INFORMADO À EMPRESA DE MÃO-DE-OBRA	A PARTIR DO CRONOGRAMA INICIAL DO EMPREENDIMENTO - INFORMADO À EMPRESA DE MÃO-DE-OBRA
	VALIDAÇÃO DO PROJETO E LIBERAÇÃO PARA OBRA	EMPRESA DE PROJETO E EXECUÇÃO DE ALVENARIA CONTRATADA	ÁREA DE PROJETOS DA CONSTRUTORA	ÁREA DE PROJETOS DA CONSTRUTORA
	APRESENTAÇÃO DO PPAV À EQUIPE DE PRODUÇÃO	ENCARREGADO DA EMPRESA CONTRATADA	EQUIPE DA OBRA - PRIMEIRO TREINAMENTO EQUIPE DE PRODUÇÃO - NA ENTRADA DE NOVOS PEDREIROS	EMPRESA ESPECIALIZADA EM PPAV - PRIMEIRO TREINAMENTO EQUIPE DE OBRA - DEMAIS TREINAMENTOS
	LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	FEITO PELA EMPRESA CONTRATADA	ÁREA DE PAREDES - ORÇAMENTO DA CONSTRUTORA QUANTITATIVO DE BLOCOS E PEÇAS ESPECIAIS -FEITO PELO FORNECEDOR DE BLOCOS	QUANTITATIVO BLOCOS E SUBMÚLTIPLOS - FAZ PARTE DO PPAV QUANTITATIVO TELAS E ARGAMASSA - FEITO PELA EQUIPE DE OBRA DA CONSTRUTORA
	DIMENSIONAMENTO DA EQUIPE	FEITO PELA EMPRESA CONTRATADA	FEITO PELA EMPRESA DE MÃO-DE-OBRA	FEITO PELA EMPRESA DE MÃO-DE-OBRA
	PLANEJAMENTO DO CANTEIRO E LOGÍSTICA DE TRANSPORTE	FEITO PELA EMPRESA CONTRATADA	PLANEJAMENTO GERAL - FEITO PELO COORDENADOR DE OBRAS NO INÍCIO DA OBRA E REGISTRADO NO PQO MATERIAL É TRANSPORTADO PARA O ANDAR MEDIANTE SOLICITAÇÃO DO MESTRE DE OBRAS - ORDENA-SE A QUANTIDADE NECESSÁRIA A PARTIR DA EXECUÇÃO DO PRIMEIRO PAVIMENTO TIPO	PLANEJAMENTO GERAL - FEITO PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL DA CONSTRUTORA E REPASSADO À EQUIPE DE PRODUÇÃO MATERIAL É TRANSPORTADO PARA O ANDAR MEDIANTE SOLICITAÇÃO DO ENCARREGADO DE OBRAS - ORDENA-SE A QUANTIDADE NECESSÁRIA A PARTIR DA EXECUÇÃO DO PRIMEIRO PAVIMENTO TIPO
	LOGÍSTICA DE SUPRIMENTOS E COMPRA DE MATERIAIS	FEITA PELA EMPRESA CONTRATADA	FEITA PELA EMPRESA CONSTRUTORA	FEITA PELA EMPRESA CONSTRUTORA
	DEFINIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DAS PAREDES	NÃO ESTAVA PRÉ-DEFINIDA FEITA PELOS PEDREIROS NO MOMENTO DA EXECUÇÃO	NÃO ESTAVA PRÉ-DEFINIDA EXECUÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS DOS PAVIMENTOS E POSTERIORMENTE DAS PAREDES INTERNAS EM FUNÇÃO DE ATRASOS NOS SERVIÇOS	NÃO ESTAVA PRÉ-DEFINIDA EXECUÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS DOS PAVIMENTOS E POSTERIORMENTE DAS PAREDES INTERNAS EM FUNÇÃO DE ATRASOS NOS SERVIÇOS
	PROPOSIÇÃO DE ALTERAÇÕES / EXECUÇÃO DE PROTÓTIPO DE ALVENARIA DO PAVIMENTO TIPO	PROPOSIÇÃO DE ALTERAÇÃO DE ALGUMAS MEDIDAS DE VÃOS PELA CONTRATADA EM FUNÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA PARA VALIDAÇÃO PELA CONSTRUTORA NÃO HA PARTICIPAÇÃO DA CONSTRUTORA EM PROTÓTIPO	AVALIAÇÃO DO ENGENHEIRO RESIDENTE E DE SUA EQUIPE APÓS A EXECUÇÃO DO PRIMEIRO PAVIMENTO E DEFINIÇÃO DE ALTERAÇÕES, SEM GERAR REPROJETO	EXECUÇÃO DE PROTÓTIPO DE ALVENARIA DO PAVIMENTO TIPO COM PARTICIPAÇÃO DO PROJETISTA, ÁREA DE PROJETOS, EQUIPE DE OBRA DA CONSTRUTORA E EQUIPE DA EMPRESA DE MÃO-DE-OBRA COM ELABORAÇÃO DE REPROJETO
	EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	FEITA POR O ENCARREGADO DA EMPRESA CONTRATADA	FEITA PELOS ENCARREGADOS DA CONSTRUTORA	FEITA POR O ENCARREGADO DE MÃO-O ENCARREGADO DA CONSTRUTORA
	CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO DA MÃO-DE-OBRA DIRETA	FEITA PELA EMPRESA CONTRATADA	PRIMEIRO TREINAMENTO PELA CONSTRUTORA, DEMAIS FEITOS PELOS PRÓPRIOS PEDREIROS AOS COLEGAS	PRIMEIRO TREINAMENTO PELA ÁREA DE QUALIDADE DA CONSTRUTORA, DEMAIS FEITOS PELA PRÓPRIA EQUIPE DE OBRA DA CONSTRUTORA
UTILIZAÇÃO DO PPAV PELA EQUIPE DE PRODUÇÃO	EQUIPE DA EMPRESA CONTRATADA (ENCARREGADOS E PEDREIROS PARTEIROS/MÃO DE OBRA DE EXECUÇÃO)	UTILIZA O PPAV NO DESENVOLVIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E CONSIDERA O CONTEÚDO ADEQUADO	UTILIZA O PPAV NO DESENVOLVIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E CONSIDERA O CONTEÚDO ADEQUADO	UTILIZA O PPAV NO DESENVOLVIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E OBSERVA QUE O AGRUPAMENTO DAS ELEVAÇÕES EM PLANTAS AS DIFICULTA O MANUSEIO E A UTILIZAÇÃO DO PROJETO NO CAMPO
	EQUIPE DA CONSTRUTORA	NÃO UTILIZA O PPAV - MEDE ANDAR CONCLUÍDO	UTILIZA O PPAV NO DESENVOLVIMENTO DE SUAS FUNÇÕES - ACOMPANHAMENTO E AGILIZAÇÃO DOS SERVIÇOS	UTILIZA O PPAV NO DESENVOLVIMENTO DE SUAS FUNÇÕES - ACOMPANHAMENTO E AGILIZAÇÃO DOS SERVIÇOS
INTERFACES DO PPAV COM OUTROS SUBSISTEMAS DA EDIFICAÇÃO	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	EMBUTIMENTO TUBULAÇÃO SIMULTÂNEO À ELEVAÇÃO DAS ALVENARIAS FEITO PELO PEDREIRO	EMBUTIMENTO DE TUBULAÇÃO SIMULTÂNEO À ELEVAÇÃO DAS ALVENARIAS FEITO PELO PEDREIRO DEIXANDO TUBULAÇÃO TOTALMENTE DENTRO DA PAREDE	EMBUTIMENTO TUBULAÇÃO SIMULTÂNEO À ELEVAÇÃO DAS ALVENARIAS FEITO PELO PEDREIRO, UTILIZANDO BLOCOS COM AS CAIXINHAS ELÉTRICAS JÁ CHUMBADAS ANTERIORMENTE EM BANCADA
		CHUMBAMENTO DE CAIXINHAS ELÉTRICAS EM ETAPA POSTERIOR PELO ELETRICISTA	INSTALAÇÃO DE CAIXINHAS ELÉTRICAS EM ETAPA POSTERIOR PELO ELETRICISTA	
	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	EMBUTIMENTO DE TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS APÓS COLOCAÇÃO DE CAIXINHAS ELÉTRICAS	NÃO FOI POSSÍVEL OBSERVAR - O SERVIÇO NÃO ESTAVA SENDO FEITO	EXECUÇÃO DE PRUMADAS AF E ESGOTO APÓS A MARCAÇÃO DA ALVENARIA E DISTRIBUIÇÃO AF AO ZERO APÓS TÉRMINO DA ALVENARIA - EM ENCHIMENTOS

Figura 3.67 Parte 2 - Quadro resumo dos PPAV empreendimentos E1, E2 e E3

3.4.1 Inserção do PPAV no ciclo de vida do empreendimento

Conforme comentado anteriormente, para que o projeto para produção de alvenarias de vedação 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.

Na bibliografia consultada essa condição é apontada como desejável, porém é raramente encontrada. Nos estudos de caso apresentados, desenvolvidos em três construtoras, essa condição de inserção desde o início do desenvolvimento do produto também não pode ser observada.

Na construtora C1 o projeto para a produção é desenvolvido posteriormente à conclusão do projeto executivo. Desta forma, além de não influenciar a concepção do produto, não é utilizado como ferramenta de coordenação e compatibilização dos projetos dos demais subsistemas. Apresenta consequentemente pouca capacidade de interferir no desempenho das vedações, difere do projeto aprovado na prefeitura, pois ocorre um ajuste de medidas de vãos e utiliza um número maior de peças especiais, também denominados compensadores, o que torna o custo da alvenaria mais alto.

Outro aspecto a ser considerado em relação ao momento do desenvolvimento do projeto para produção de alvenarias de vedação do empreendimento E1 refere-se às plantas de locação de elétrica e de locação de hidráulica, que foram disponibilizadas após o início da estrutura de concreto, perdendo sua função de ferramenta para locação das instalações embutidas no assoalho das lajes.

Nas construtoras C2 e C3 o PPAV é desenvolvido simultaneamente ao projeto executivo, servindo como ferramenta de coordenação de projetos na prática. A influência na concepção do produto também não se configura, exceto pelo fato de adotar-se coordenação modular horizontal na construtora C3, desde a fase de concepção do produto. A adoção da coordenação modular possibilita racionalização

da produção, aumento de produtividade e menores custos, bem como redução de resíduos de obra.

3.4.2 O Autor do Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação

No início da década de 90, quando começaram a ser adotados por empresas construtoras, os projetos para produção de alvenarias de vedação eram desenvolvidos internamente à empresa. Essa opção era decorrente da função do PPAV naquele momento, de trazer de volta para a engenharia o domínio do processo construtivo e de possibilitar a tomada de decisão antecipadamente à produção. Os anos anteriores tinham se caracterizado por tomadas de decisão descentralizadas, por pessoas não qualificadas, no momento da execução dos serviços.
Nas visitas realizadas em campo, pôde-se observar que no caso da construtora C1, o PPAV foi desenvolvido por empresa prestadora de serviços de projeto de produção de alvenarias de vedação e de mão-de-obra para execução de alvenaria. Analisando-se o projeto desenvolvido pode-se observar que o foco é a facilidade de execução das alvenarias, utilizando-se os componentes disponíveis no sistema de blocos adotado. Não há nenhuma ação no sentido de otimizar o processo construtivo como um todo.

Na empresa C2 o projeto é desenvolvido por projetistas especializados atuantes no mercado, variando de empreendimento para empreendimento. O projeto é desenvolvido de acordo com as informações fornecidas ao projetista pela área de projetos da empresa, que não acompanha o andamento dos serviços de vedação para ter o *feedback* quanto às soluções adotadas em projeto.

Na empresa C3 todos os projetos para produção de alvenarias de vedação são desenvolvidos por um único fornecedor através de parceria. Esse fornecedor fazia parte da área de projetos da construtora, havia participado do desenvolvimento das especificações de projeto e passou a ser terceirizado a partir de certo momento.

A opção por desenvolver os projetos para produção internamente à empresa continua sendo a mais interessante do ponto de vista técnico e de busca de eficiência na produção, porém é difícil de ser viabilizada em função do grande número de empreendimentos simultâneos e do volume de recursos humanos e materiais envolvidos. Esta autora considera que é possível terceirizar a execução dos projetos para produção de alvenarias, desde que haja dentro da empresa construtora um elemento responsável por fornecer ao projetista de vedações a base de informações para o desenvolvimento dos projetos. Essa base de informações provém do conhecimento do processo construtivo da empresa, da interface com outras áreas da empresa, da relação com fornecedores de materiais, componentes e sistemas e da relação com fornecedores de mão-de-obra e deve estar consolidada num banco de tecnologia construtiva da empresa, que será abordado no final do capítulo 3.

3.4.3 Interfaces do PPAV com os demais subsistemas e com a produção

Conforme dito anteriormente, por tratar de um subsistema que ocupa posição estratégica na edificação, o projeto para produção de alvenarias de vedação deve ser desenvolvido levando-se em conta as diversas interfaces das paredes de alvenaria com os demais subsistemas.

Além disso, pela grande influência que o subsistema vedações verticais e os demais subsistemas que fazem interface com ele representam nos custos do empreendimento, as decisões devem ser tomadas visando o maior desempenho do conjunto. Desta forma, o estudo aprofundado das interfaces pode proporcionar ganhos significativos na construção dos edifícios.

Os estudos de caso nas construtoras C1, C2 e C3 não destacaram mudanças significativas no processo construtivo das empresas, nem apresentaram inovações quanto à gestão do processo que continua sendo feita como antes. Pode-se perceber o benefício da padronização, porém ainda falta uma gestão integrada que busque melhor desempenho da empresa.

O primeiro passo para o tratamento das interfaces entre os subsistemas deveria ser a adoção de um sistema de coordenação modular no desenvolvimento do projeto. A partir da compatibilização dimensional de componentes construtivos é possível racionalizar a construção mediante aumento de produtividade e redução de perdas.

A primeira interface das alvenarias de vedação ocorre com a estrutura de concreto.

O estudo da modulação vertical das alvenarias deve ser feito na fase de concepção do empreendimento, de forma a evitar situações que demandem a utilização de um número elevado de peças especiais ou a necessidade de corte de blocos e perda de produtividade. O ideal é que sejam definidas medidas modulares e que a edificação seja projetada a partir dessas medidas.

As construtoras C1 e C2 não adotam a coordenação modular no desenvolvimento de seus projetos. Como resultado observa-se a necessidade de utilização de diversas peças especiais para ajuste das modulações das paredes, tanto na vertical como na horizontal e variação de espessuras de juntas.

A construtora C3 adota o conceito de coordenação modular no desenvolvimento de seus projetos, porém como não há padronização de alturas de laje, persiste a necessidade de elementos de ajuste na modulação vertical. A definição das dimensões das peças estruturais e a locação da alvenaria em relação à estrutura de concreto têm como parâmetros as tolerâncias admitidas no processo de produção dos dois subsistemas (estrutura e alvenarias).

Ao adotar-se a coordenação modular nos projetos, é muito importante esclarecer a equipe de produção quanto ao critério para locação de primeira fiada. As primeiras experiências desta autora mostraram que a equipe de campo acha que o projeto está errado, pois a face das paredes não fica alinhada com a face dos pilares, e tende a “corrigir” a medida promovendo o alinhamento dos mesmos.

O próximo subsistema observado nos empreendimentos visitados com o qual as alvenarias de vedação fazem interface é a instalação elétrica.

As instalações embutidas em laje foram executadas nos empreendimentos E2 e E3 a partir das plantas de distribuição elétrica em lajes. Observou-se que, no empreendimento E3 o conceito de alimentação dos pontos elétricos difere dos demais: a alimentação de pontos de tomada e telefone é feita a partir da laje superior, o que não costuma ser praxe de mercado. Segundo informações da equipe da construtora essa opção ocorreu em função de garantir com precisão o posicionamento das tubulações, uma vez que elas furam o assoalho ou o fundo de viga; da facilidade de lançamento e acabamento da laje de concreto e da facilidade de execução da enfiação. Além disso, essa alternativa elimina a possibilidade de entrada de água na tubulação. No entanto o custo de fiação é maior.

A execução de tubulações elétricas embutidas em alvenaria nos empreendimentos E1, E2 e E3 foi simultânea à elevação das paredes.

Nos empreendimentos E1 e E2, as instalações elétricas embutidas não foram concluídas junto com a elevação das paredes, gerando a necessidade de alocação de uma segunda equipe formada por eletricistas, para colocação e chumbamento das caixas elétricas na alvenaria.

No caso do empreendimento E2, como não havia no projeto a elevação das paredes do pavimento tipo orientando o caminhamento da tubulação e a posição das futuras caixas, observou-se a necessidade de quebra dos blocos para achar a tubulação e fazer a ligação até a caixa de elétrica. Além disso, as medidas fornecidas para locação dos pontos de elétrica partem do piso sem acabamento e correspondem ao eixo das caixinhas. A construtora C2 utiliza caixas de elétrica com corpo redondo, que são instaladas a partir de furos na alvenaria realizados com auxílio de serracopo.Para garantir o nivelamento das caixas é necessário que a locação das mesmas seja feita uma a uma, pois seu posicionamento não coincide com nenhuma das fiadas executadas.

No empreendimento E3, as instalações elétricas embutidas foram executadas e concluídas simultaneamente às elevações das paredes. As caixas de elétrica eram chumbadas nos blocos de vedação antes dos mesmos serem transportados para o pavimento. Por iniciativa própria, o encarregado da empresa de mão-de-obra

contratada para a execução dos serviços quantificou o número de blocos elétricos de cada tipo que aparecia nas elevações do pavimento tipo e desenvolveu croquis para a produção dos mesmos. Adaptou ainda um pedaço da bancada de formas de madeira, que não havia sido desmontada para a fabricação desses “blocos elétricos”.

Apesar da iniciativa notável do encarregado da empreiteira de mão-de-obra, tornou-se clara a limitação que as soluções de obra podem apresentar. A análise do projeto propiciou identificar que havia uma variedade muito grande de tipos de blocos elétricos com pequenas variações de medidas e que havia um grande potencial de racionalização dos mesmos e de criação de uma linha de produção.

Além disso, uma análise dos blocos de vedação disponíveis no mercado identificou uma diferença da furação entre eles. Foi necessária a sobreposição de suas matrizes para a obtenção de pontos coincidentes e a partir do resultado definiu-se o posicionamento de caixas elétricas de forma a atender aos diversos fornecedores de blocos aprovados pela empresa construtora.

Ainda no empreendimento E3, a opção por locar as caixas elétricas na face inferior do bloco pode ocasionar uma variação no nivelamento das mesmas, pois no processo executivo das alvenarias, o nivelamento das fiadas é feito na face superior do bloco para garantir que erros de nivelamento em alguma fiada não se propaguem por toda a elevação. Notou-se uma preocupação da equipe no início da produção das alvenarias em instalar o bloco com a caixinha já chumbada e ter problemas de nivelamento futuros.

A participação em protótipos de instalações de diversos empreendimentos durante a carreira profissional desta autora levou à identificação de alguns conceitos que permanecem na cultura dos profissionais mais antigos e que não se aplicam às técnicas e métodos construtivos atuais. Um deles refere-se ao posicionamento das caixas de elétrica em relação ao piso acabado e em relação à face acabada das paredes.

O projeto deve identificar claramente que a caixa de elétrica deve ser faceada com o bloco de alvenaria, e que alguma variação da espessura do revestimento será compensada com a utilização de um parafuso mais longo na etapa de colocação do acabamento. Da mesma forma, a altura dos pontos elétricos deve seguir a face superior das fiadas e a equipe da produção precisa receber treinamento e entender que a altura dos pontos elétricos em relação ao piso acabado pode variar dentro de um limite pré-estabelecido, caso a construtora opte por utilizar contrapiso racionalizado e isso não é um problema.

Outro ponto de destaque em relação à instalação elétrica do empreendimento E3 é a dificuldade em se executar as ligações dos quadros de elétrica e de sistemas devido à grande concentração de tubulação e à necessidade de seu embutimento, reduzindo a produtividade da alvenaria no dia em que essa parede é executada.

O tratamento dado no PPAV para a interface com os serviços de instalações hidráulicas foi diferente em cada construtora.

O PPAV do empreendimento E1 não contempla o item instalações hidráulicas, exceto no que se refere à furação hidráulica em laje, que era deixada na concretagem mediante instalação de caixas de madeira. No empreendimento E1 da construtora C1 toda tubulação hidráulica de distribuição foi projetada embutida na alvenaria, porém nas elevações das paredes não havia a indicação de nenhuma tubulação. A execução da instalação hidráulica é feita a partir do projeto de instalações e necessita abertura de rasgos nas alvenarias para embutimento das tubulações o que ocasiona geração de entulho e necessidade de chumbamento posterior das mesmas tubulações. Não havia nenhuma preocupação em reduzir a interferência entre os dois subsistemas.

A construtora C2 opta por realizar furações dos pontos hidráulicos após a execução das alvenarias. A planta de pontos hidráulicos em laje do PPAV indica a posição dos pontos hidráulicos cotados a partir das paredes próximas a eles. Nessa mesma planta constam cotas para disposição dos pontos hidráulicos. As alturas dos pontos hidráulicos apresentadas partem do piso acabado. Não foi possível observar a execução desse serviço na visita à obra.

A construtora C3 opta por deixar tubos passantes nas lajes de concreto para posterior instalação da tubulação definitiva, conforme definido nos seus Procedimentos Executivos. A planta de furações hidráulicas indica o posicionamento dos eixos dos passantes, porém identifica o diâmetro da tubulação ao invés do diâmetro do passante. A informação apresentada dessa forma pode gerar erros na execução dos serviços, já que a informação pode passar despercebida ou pode-se adotar uma correlação inadequada entre o diâmetro do tubo e o diâmetro do passante a ser deixado.

O PPAV do empreendimento E3 indica a opção adotada pela construtora C3 no sentido de eliminar o embutimento de tubulação hidráulica em alvenarias de vedação. O conceito adotado é a execução da tubulação em enchimentos executados com blocos de concreto celular.

O mesmo raciocínio aplicado para a otimização dos blocos elétricos pode ser usado para a definição das peças especiais (pré-moldados para vergas e contravergas). Deve-se otimizar a produção dessas peças reduzindo sua variedade e definindo medidas que possibilitem o manuseio das mesmas por um único operário, sem que o mesmo sofra risco de lesão em função do peso da peça.

Os vãos de portas e janelas têm que ser pensados em função do sistema de fixação de batentes e contramarcos, para evitar enchimentos em massa posteriores à execução das alvenarias ou necessidade de corte para encaixá-los. A análise dos vãos de porta deve levar em conta a porta acabada com guarnição instalada.

Outra interface que deve ser estudada é a interface da alvenaria com o contrapiso, caso ele existir. Deve-se definir se o contrapiso será executado antes ou posteriormente à elevação das paredes, se será aderido ou flutuante.

Da mesma forma é necessário definir qual o revestimento adotado nas paredes, e sua forma de aplicação, bem como se sua execução será anterior ou posterior à etapa de fixação da vedação.

3.4.4 O Conteúdo do PPAV e o Planejamento dos Serviços

A comparação do conteúdo dos projetos para produção dos empreendimentos E1, E2 e E3 com os conteúdos característicos de mercado apontados na revisão bibliográfica e com a realidade atual do mercado imobiliário, não identifica diferenças sensíveis.

Predominam no conteúdo dos PPAV informações que facilitam a execução dos serviços de alvenaria e de instalações elétricas e hidráulicas, tais como: plantas de tubulações elétricas embutidas em laje, plantas de furações ou passagens de tubulação hidráulica, plantas de marcação de primeira fiada e detalhes construtivos.

Algumas vezes são desenvolvidas elevações de todas as paredes, inclusive as rebatidas, outras vezes são fornecidas apenas elevações das paredes que apresentam interferências com instalações hidráulicas ou dificuldades construtivas.

Sempre constam informações referentes às alturas de pontos elétricos e hidráulicos e aos quantitativos totais de bloco e de peças pré-moldadas (vergas e contravergas) para a execução de um pavimento tipo.

Os detalhes construtivos mais comuns indicam as amarrações por interpenetração entre paredes, as amarrações entre a alvenaria e a estrutura, o posicionamento e a fixação das telas metálicas, a forma de preenchimento das juntas e a execução de vãos de portas e janelas.

Pode-se dizer que as informações acima mencionadas têm como foco a técnica de execução das alvenarias, em detrimento do planejamento antecipado da produção do subsistema alvenarias de vedação.

Mesmo assim, raramente encontram-se descritos nos PPAV as condições de início dos serviços, os procedimentos de execução e os critérios para controle e aceitação dos serviços. Em empresas que possuem Sistema de Gestão da Qualidade implantado, essas informações fazem parte da documentação da qualidade; nas

demais empresas os serviços são executados a partir da orientação dos mestres e encarregados.

Para garantir que a produção das alvenarias de vedação ocorra sem interrupções, de forma organizada e controlada e dentro da qualidade, do custo e do prazo requeridos, é necessário planejar antecipadamente seu processo de produção.

Nesse contexto, são necessárias informações que possibilitem a aquisição antecipada dos insumos necessários à sua produção, tais como: blocos, telas metálicas, cimento, areia, cal, argamassa industrializada, equipamentos de transporte e mistura, *pallets*, andaimes, etc.

Para a definição do *layout* do canteiro (áreas de recebimento, circulação, beneficiamento e estoque), da logística de abastecimento (recebimento de materiais e disponibilização dos mesmos na frente de serviço), da programação dos serviços e dimensionamento da equipe necessária ao atendimento dos prazos requeridos, o engenheiro responsável precisa de informações mais detalhadas.

Como exemplo dessas informações pode-se citar: a forma de acondicionamento dos materiais na entrega, a necessidade ou não de *repalletização* em unidades menores para transporte; o número e variedade de peças especiais tais como: blocos elétricos e elementos pré-moldados; a produtividade histórica da mão-de-obra e o prazo estimado para execução dos serviços para a definição da equipe necessária, a sequência de execução das alvenarias no pavimento tipo, bem como a interface com demais subsistemas, as condições de início dos serviços e de aceitação dos mesmos.

O que se observa na prática é que a falta desse tipo de informação no PPAV faz com que a equipe de produção lotada no canteiro de obras parta para a execução dos serviços sem definir previamente sua “fábrica”. Somente durante a execução do primeiro pavimento tipo são levantadas as informações necessárias e então parte-se para: adequação do canteiro de obras, programação de entregas de material, validação do número de operários necessário, etc.

3.4.5 Utilização do PPAV pela Equipe de Produção

Considera-se neste item como equipe de produção: os funcionários da construtora lotados no canteiro de obras (engenheiro, mestre, encarregado e estagiário) e a equipe da empresa de mão-de-obra contratada para execução dos serviços (encarregado, pedreiros e ajudantes).

Ao se desenvolver um projeto para a produção, é imprescindível que as informações estejam dispostas na quantidade adequada e com o nível de detalhamento necessário à compreensão do público a que se destinam.

Informações referentes à aquisição dos materiais devem estar adequadas à equipe de suprimentos; informações necessárias à marcação e elevação das paredes de alvenaria devem ser direcionadas à compreensão dos pedreiros que executarão os serviços; assim como informações sobre a implantação do canteiro, transporte e logística devem estar na linguagem dos mestres e encarregados de obra e as informações para controle e aceitação dos serviços devem ser apresentadas de forma compreensível à equipe de controle e aceitação.

Observa-se como prática no mercado da construção civil habitacional, que o primeiro contato da equipe de produção com o projeto para produção de alvenarias de vedação se dá no início dos serviços, de forma estanque. As informações são recebidas pelos engenheiros e mestres e repassadas às equipes – encarregados e pedreiros.

A construtibilidade do projeto só é avaliada empiricamente ao longo da execução dos serviços, de acordo com as dificuldades levantadas pelos pedreiros executores das paredes e então são propostas adaptações ou mudanças no projeto.

Da mesma forma, a produtividade da equipe deixou de ser uma preocupação dos engenheiros das construtoras a partir do momento em que a contratação dos serviços de alvenaria passou a ser feita por metro quadrado, sem a vinculação de uma produtividade mínima a ser atingida. Essa situação fez com que a engenharia

das construtoras perdesse aos poucos o domínio sobre o processo de execução das alvenarias, delegando essa parte ao subempreiteiro. Como resultado os ganhos obtidos no PPAV advindos da contribuição dos profissionais de campo foram reduzidos na prática.

O planejamento da execução dos serviços e do abastecimento de materiais fica a cargo da empresa de mão-de-obra; muitas vezes o próprio pedreiro decide que paredes serão feitas naquele dia.

Quando ocorre a contratação de uma mesma empresa para o desenvolvimento dos PPAV e para a execução dos serviços de alvenaria, modelo utilizado na construtora C1 pode-se dizer, que a utilização do projeto para produção é limitada à empresa contratada. A equipe de produção da construtora apenas toma conhecimento da existência do PPAV, sem utilizá-lo como ferramenta de gestão e de aumento de conhecimento técnico.

Ora, se o objetivo do projeto para a produção é possibilitar a integração entre os agentes da cadeia, a compatibilização dos projetos e as tomadas de decisão de forma sistêmica num momento anterior à execução dos serviços, é necessário que os agentes participantes sejam envolvidos no seu desenvolvimento, para garantir que as melhores soluções visando o todo sejam adotadas.

4 PROPOSTA DE ESTRUTURA DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO

Para que um projeto para a produção de alvenarias de vedação possa cumprir o papel proposto neste trabalho, ***de ferramenta que define totalmente e de forma sistêmica as atividades necessárias para produzir as alvenarias de vedação, possibilitando a execução dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos***, é necessária a atuação da engenharia desde a etapa de concepção do produto. Além disso, considera-se que o PPAV deve ser estruturado de forma a facilitar sua utilização pelas equipes de produção e a possibilitar eficiência na produção das alvenarias.

Por se tratar de uma nova forma de condução do processo a ser introduzida na construção de edifícios multipavimentos do mercado imobiliário, identificou-se a necessidade de elucidar o que deve ser modificado na forma de gestão das construtoras.

Complementarmente, o aprofundamento e a análise integrada das alvenarias de vedação e dos subsistemas com os quais a mesma tem interface, levaram à identificação do impacto natural que a implantação do PPAV pode exercer nos demais subsistemas da edificação.

Em função do acima exposto, este capítulo está dividido nos itens: 4.1 – Proposta de Forma de Inserção do PPAV no Ciclo de Vida do Empreendimento, 4.2 – Proposta de uma Estrutura de Projeto para a Produção de Alvenarias de Vedação com Enfoque na Construtibilidade e aumento de Eficiência na Produção e 4.3 - Proposta de Procedimento de Gestão para Implantação dos PPAV .

As proposições apresentadas neste capítulo derivaram do desenvolvimento de PPAV baseados na teoria estudada e da implantação efetiva de PPAV em onze canteiros de obra nos últimos três anos. A cada implantação foram levantados

pontos de melhoria e os mesmos passaram a incorporar os PPAV dos próximos empreendimentos, sempre objetivando aumento da construtibilidade do projeto e da eficiência na produção. Além disso, foram identificadas algumas dificuldades na implantação dos PPAV que estão sendo tratadas na proposta de gestão da implantação dos mesmos.

O ponto de partida para aumento de construtibilidade e de eficiência na produção é a adoção da coordenação modular como diretriz fundamental ao desenvolvimento dos projetos dos empreendimentos. A coordenação modular tem como objetivo promover a compatibilidade dimensional entre elementos construtivos (p.ex. paredes) e componentes construtivos (p.ex. blocos) de tal forma que a construção das vedações verticais possa ser feita como uma montagem de componentes padronizados e intercambiáveis, em que não são necessários cortes nem ajustes, resultando em redução de desperdícios e dos custos inerentes aos mesmos e aumento de produtividade e eficiência na produção.

Para que esses benefícios sejam obtidos em todos os subsistemas durante o ciclo de vida de um empreendimento, é necessário ampliar a cooperação entre os agentes da cadeia produtiva da construção civil e garantir o atendimento à legislação vigente sobre coordenação modular.

A partir da racionalização da variedade de medidas empregadas na fabricação de componentes construtivos e do conseqüente aumento da intercambiabilidade desses componentes, tanto na fase de construção quanto na fase de operação e manutenção, ocorre uma simplificação do processo produtivo e do processo de projeto.

O processo produtivo passa a ser uma montagem de componentes cujo espaço a ser ocupado já está previamente definido dentro da malha modular. O processo de projeto fica mais simples, pois segundo Lucini (2001) os detalhes construtivos mais comuns já estão solucionados em função da padronização e, além disso, há o estabelecimento de uma linguagem gráfica, descritiva e de especificação comum a fabricantes, projetistas e construtores.

Outro aspecto a ser considerado, como fator promotor da construtibilidade e do aumento da eficiência, na produção das alvenarias de vedação é a definição prévia e precisa dos métodos construtivos para a execução dos demais subsistemas da edificação com os quais a alvenaria tem interface, como por exemplo: estrutura, instalações, contrapiso, etc. A definição desses métodos construtivos considera o grau de independência que se pretende alcançar entre os demais subsistemas e as alvenarias de vedação. Desta forma pode-se chegar a situações em que a execução de subsistemas, tais como instalações hidráulicas, interfiram diretamente na conclusão das alvenarias de vedação ou a situações em que ambos possam ser executados independentemente.

Também devem ser definidos previamente os componentes que se pretende utilizar, por exemplo, a “família de blocos” a ser considerada. Essa escolha tem influência direta no cálculo estrutural da edificação, em função da carga de alvenaria a ser considerada (bloco cerâmico ou bloco de concreto). Também influencia a paginação das paredes em função dos submúltiplos disponíveis e a orientação quanto ao critério de aceitação da alvenaria de vedação (p.ex.: em paredes em blocos cerâmicos que dividem áreas frias de áreas quentes revestidas com gesso de baixa espessura na área quente e azulejo sobre emboço na área fria, a face de conferência da planicidade com a régua deve ser aquela voltada à área quente)

4.1 PROPOSTA DE FORMA DE INSERÇÃO DO PPAV NO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

Como citado anteriormente, no capítulo 2, as decisões tomadas nas fases iniciais de desenvolvimento do empreendimento, apesar de comprometerem baixo porcentual dos recursos necessários à produção, concentram boa parte das chances de redução da incidência de falhas e do respectivo custo, influenciando o custo final do empreendimento.

A proposta apresentada a seguir indica como deve ser a atuação da engenharia de projeto em diferentes momentos do ciclo de vida do empreendimento e quais os objetivos de sua participação em cada uma dessas fases.

A figura 4.1 ilustra as ações propostas para a engenharia de projeto nas diversas fases do ciclo de vida do empreendimento.

Figura 4.1 - Inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento

Propõe-se que num momento anterior ao início da concepção do produto, sejam fornecidas as diretrizes de projeto de arquitetura da empresa aos responsáveis pela sua concepção.

Assim que a versão inicial do produto for validada pela incorporadora e houver uma planta do pavimento tipo disponível, a engenharia de projeto deve ser inserida no processo.

Entenda-se “engenharia de projeto” como a figura de um profissional capacitado (engenheiro ou arquiteto), pertencente à equipe de engenharia da construtora, cuja participação tem como objetivo fornecer informações precisas sobre os sistemas construtivos adotados pela empresa, sobre os métodos para a execução dos demais subsistemas e sobre como são estabelecidas as interfaces desses subsistemas com as alvenarias de vedação (por exemplo: interface com a estrutura de concreto, interface com instalações elétricas e hidráulicas, etc.) .

Além das definições anteriormente citadas propõe-se uma análise da planta proposta para o pavimento tipo com foco no processo produtivo da empresa e nas interfaces com os demais subsistemas. A partir da análise do pavimento tipo, é emitido um relatório com os itens que devem ser adequados às citadas diretrizes e uma planta comentada em que aparecem considerações referentes às alvenarias de vedação e aos demais subsistemas com os quais tem interface (figura 4.2). O objetivo é garantir que a concepção vise a construtibilidade do produto final.

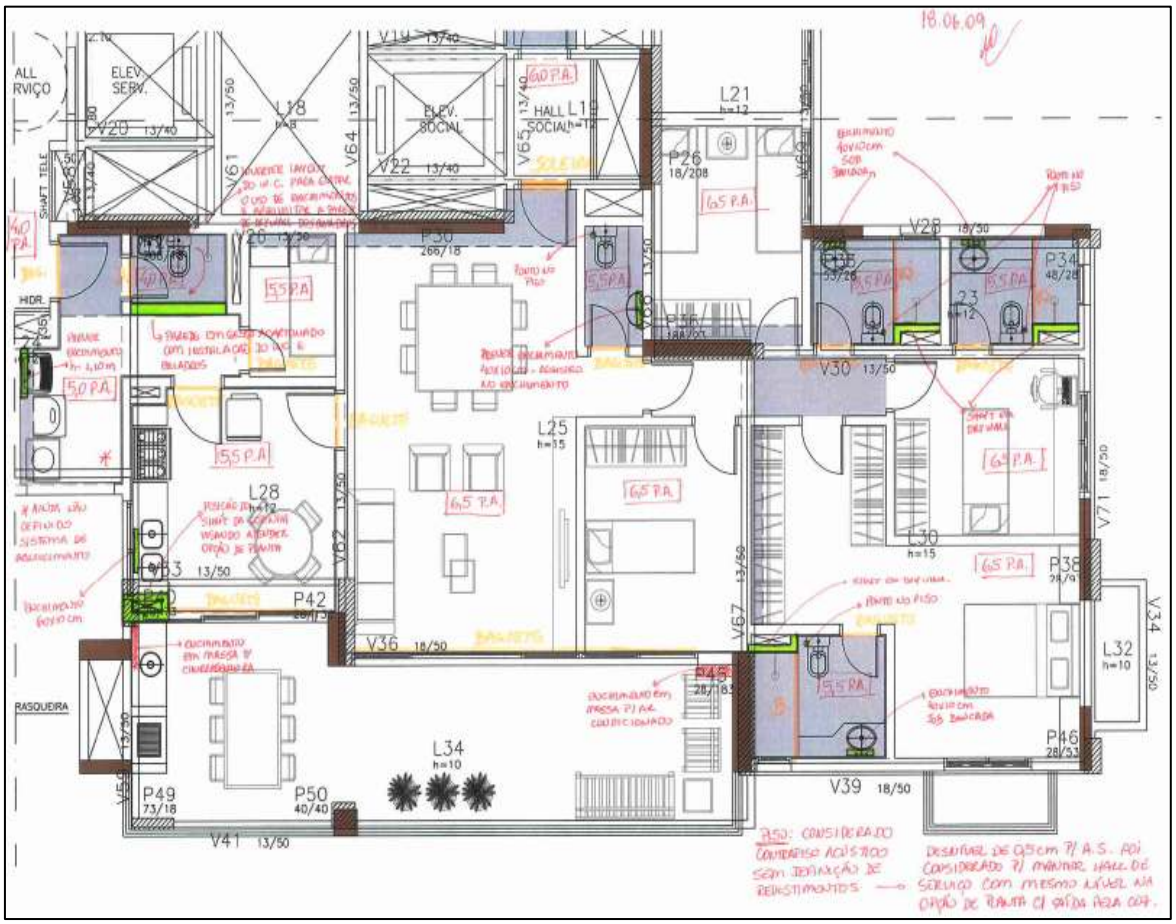
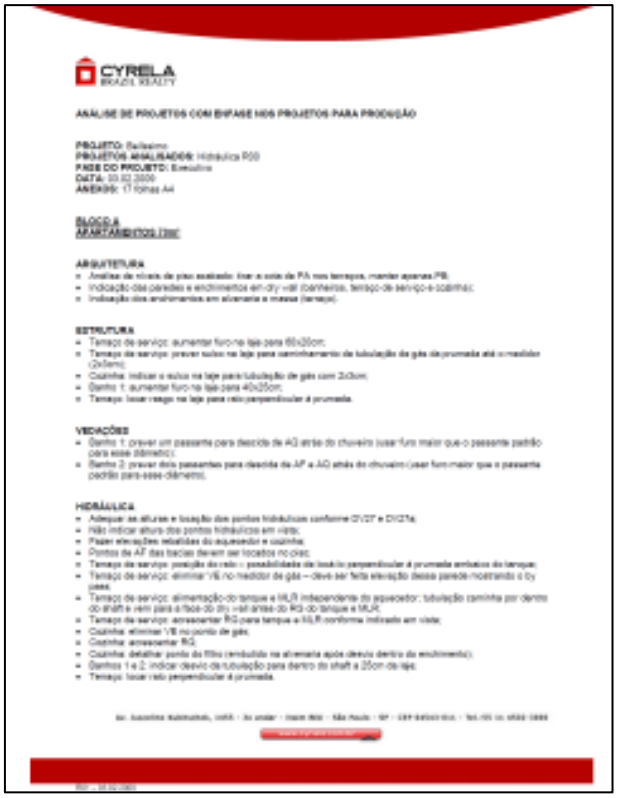


Figura 4.2 - Planta do apartamento tipo comentada

O segundo momento de participação da engenharia de projetos deve ocorrer durante o desenvolvimento dos projetos executivos do empreendimento. Nessa fase são analisadas as elevações dos ambientes além das plantas do pavimento tipo. O objetivo é garantir que o detalhamento do projeto atenda às diretrizes da empresa e que as interfaces entre os diversos subsistemas estejam resolvidas e formalizadas em seguida no PPAV, para desta forma, possibilitar o andamento dos serviços sem interrupções e improvisos, buscando eficiência na produção, construtibilidade e desempenho. São emitidos nesta fase relatório com orientações para adequação do projeto e plantas e elevações comentadas.

A figura 4.3 exemplifica um relatório de análise do projeto antes da emissão final dos projetos executivos de arquitetura, estrutura, instalações e vedações.


CYRELA
BRAZIL REALTY

ANÁLISE DE PROJETOS COM ÊNFASE NOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO

PROJETO: Balsamo
PROJETOS ANALISADOS: Hidráulica R00
FASE DO PROJETO: Executivo
DATA: 00.00.2000
ANEXOS: 17 folhas A4

BLOCO A
APARTAMENTOS (192)

ARQUITETURA
- Análise de nível de piso acabado: tirar a cota de PA nos terraços, manter apenas PB.
- Indicação das paredes e enchimentos em dry-wall (banheiro, terraço de serviço e cozinha).
- Indicação dos enchimentos em alvenaria e massa (terraço).

ESTRUTURA
- Terraço de serviço: aumentar furo na laje para 60x20cm;
- Terraço de serviço: prever suíços na laje para caminhamento da tubulação de gás da prumada até o medidor (2x3cm);
- Cozinha: indicar o suíço na laje para tubulação de gás com 2x3cm;
- Banho 1: aumentar furo na laje para 40x20cm;
- Terraço: locar ralo na laje para ralo perpendicular à prumada.

VEDAÇÕES
- Banho 1: prever um passante para descida de AQ atrás do chuveiro (usar furo maior que o passante padrão para esse diâmetro);
- Banho 2: prever dois passantes para descida de AF e AQ atrás do chuveiro (usar furo maior que o passante padrão para esse diâmetro).

HIDRÁULICA
- Adequar as alturas e locação dos pontos hidráulicos conforme DV27 e DV27a;
- Não indicar alturas dos pontos hidráulicos em vista;
- Fazer elevações relativas do aquecedor e cozinha;
- Pontos de AF das bacias devem ser locados no civil;
- Terraço de serviço: posição do ralo – possibilidade de locá-lo perpendicular à prumada antes do tanque;
- Terraço de serviço: eliminar VB no medidor de gás – deve ser feita elevação dessa parede mostrando o dry-pass;
- Terraço de serviço: alimentação do tanque e MLR independente do aquecedor; tubulação caminha por dentro do shaft e vem para a face do dry-wall antes do RG do tanque e MLR;
- Terraço de serviço: acrescentar RG para tanque e MLR conforme indicado em vista;
- Cozinha: eliminar VB no ponto de gás;
- Cozinha: acrescentar RG;
- Cozinha: detalhar ponto do filtro (embutido na alvenaria após descer dentro do enchimento);
- Banhos 1 e 2: indicar desvio da tubulação para dentro do shaft a 20cm da laje;
- Terraço: locar ralo perpendicular à prumada.

Figura 4.3 - Relatório de análise projeto R0

O atendimento aos itens relacionados no relatório deve ser verificado pelo responsável pela coordenação e compatibilização dos projetos antes de liberar o envio dos mesmos para o canteiro de obra.

Após a liberação dos projetos executivos e da primeira fase do projeto para produção de vedações para a obra propõe-se o início do processo de projeto e planejamento da “fábrica de vedações em alvenaria”. Para subsidiar o processo citado acima, a engenharia de projeto deve utilizar os dados disponíveis no B.T.C. da empresa (que compreende critérios para definição de *layout* de canteiro, logística de transporte e armazenamento de materiais, e índices médios de produtividade, entre outros) e dados específicos do empreendimento, tais como: quantitativos de materiais, serviços e equipamentos e cronograma de execução de obra.

Surge então a primeira versão do projeto de canteiro e do planejamento para execução dos serviços de alvenaria, que deve ser analisada criticamente pelo gestor de produção[1] (profissional experiente de engenharia, de nível hierárquico diretamente subordinado ao diretor de engenharia, e responsável pela condução de diversas obras da empresa) e validada (com ou sem ajustes).

Outra opção é a elaboração do projeto de canteiro e do planejamento da execução dos serviços a quatro mãos (gestor de obra + engenharia de projeto) ou a seis mãos (gestor de obra + engenharia de projeto+ empresa de engenharia parceira especializada em execução de alvenaria).

Nessa primeira versão do projeto de canteiro e do planejamento dos serviços são definidas e identificadas as áreas de descarga, circulação, beneficiamento e estoque de materiais, no pavimento de descarga e no pavimento tipo; os equipamentos de transporte vertical e horizontal necessários; infra-estrutura elétrica e hidráulica; equipamentos de mistura; bem como a sequência de execução planejada para o pavimento tipo, a equipe necessária e o prazo definido.

---

[1] Optou-se pela denominação **gestor de produção**, ao invés dos termos: coordenador de obras ou gerente de obras, mais comumente utilizados no mercado de construção civil habitacional, com o objetivo de configurar uma atuação diferenciada daquela que vem sendo exercida por esses profissionais ao longo dos últimos anos.

Caso a construção do empreendimento já tenha sido iniciada por ocasião do desenvolvimento do projeto de canteiro e do planejamento de execução dos serviços acima citados, é importante que a finalização dos mesmos se dê com a antecedência necessária à sua implantação.

Concluída essa fase de validação, deve ser feita a formalização das decisões tomadas e das estratégias definidas na segunda parte do PPAV e o mesmo deve ser enviado à equipe de obra.

Após a formalização do planejamento dos trabalhos no projeto para produção de alvenarias de vedação e a contratação da empresa de engenharia para execução das alvenarias de vedação, é feita a apresentação do PPAV à equipe de engenharia da construtora e à equipe de produção da empresa contratada para a execução dos serviços (responsável,encarregado e pedreiros).

A foto 4.1 a seguir ilustra uma reunião com a equipe de campo realizada no canteiro de obras.

Foto 4.1 - Reunião de apresentação do PPAV em canteiro de obras

Propõe-se também que haja um acompanhamento da implantação das instalações do canteiro, de forma a garantir o atendimento aos espaços previstos para recebimento, estoque e beneficiamento dos materiais e componentes e a correta montagem das centrais de produção previstas.

A execução do primeiro pavimento tipo deve ser seguida de perto, culminando com a participação de toda a equipe envolvida na execução das alvenarias de vedação na avaliação de um andar tipo, executado como protótipo a partir do projeto fornecido.

A realização do protótipo possibilita a validação ou reavaliação de algumas soluções de projeto e planejamento antes da continuidade dos serviços nos demais pavimentos. Caso haja necessidade de alguma alteração, deve ser feito um reprojeto, que passará a ser seguido na execução dos pavimentos seguintes.

As fotos 4.2 e 4.3 ilustram uma reunião de protótipo de alvenaria e a figura 4.4 ilustra a ata de reunião correspondente (ata reunião protótipo alvenaria).

Fotos 4.2 e 4.3 - Reunião de Protótipo

Figura 4.4 – Ata de reunião – protótipo de alvenaria

Ainda na fase de construção do empreendimento, a análise dos dados provenientes do monitoramento da produção é de fundamental importância para a retroalimentação do processo. As informações coletadas durante a execução dos serviços devem ser consolidadas no BTC (Banco de Tecnologia Construtiva da empresa) e ficar disponíveis para consulta e orientação ao desenvolvimento dos projetos de novos empreendimentos.

O BTC contém informações referentes ao sistema construtivo a ser adotado, englobando diretrizes de projeto, prescrições ou recomendações para a especificação de materiais e serviços, detalhes construtivos, recomendações dimensionais, índices geométricos e de produtividade. O BTC é fundamental para “alavancar” a evolução e aumentar a competitividade das empresas (MELHADO, 1994 pág. 173).

Segundo o mesmo autor, caso a empresa construtora opte por sistemas construtivos inovadores, o BTC deve conter um conjunto de informações essenciais, critérios e restrições próprias do sistema, capazes de orientar a concepção e o detalhamento do projeto com base nos requisitos da tecnologia escolhida.

As ações referentes ao projeto para a produção encerram-se somente após a entrega do empreendimento. Fecha-se o ciclo do PDCA[1] na fase de uso e manutenção do empreendimento. A análise das ocorrências de problemas patológicos nos empreendimentos em uso e manutenção e as decisões decorrentes para evitar reincidência promovem a melhoria contínua dos processos e do desempenho.

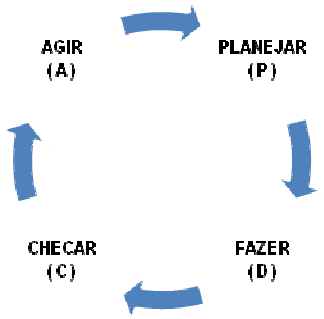


Figura 4.5 – Ciclo do PDCA

A eficácia do processo como um todo depende da velocidade com que as informações geradas no controle são analisadas e transformadas em informações que retroalimentam o processo possibilitando nova tomada de decisões.

O fluxograma representado na figura 4.6 ilustra o processo proposto para o desenvolvimento do projeto para produção durante o ciclo de vida do empreendimento. Optou-se por detalhar mais as etapas referentes ao desenvolvimento do projeto em detrimento da operacionalização em campo, por ser o foco do trabalho

---

[1] PDCA *(Plan, Do, Check, Act*). O modelo PDCA como definido na ABNT (2000) pode ser descrito como: planejar – estabelecimento dos objetivos e dos processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização; fazer – implementação dos processos estabelecidos; checar – monitoramento e medição dos processos e dos produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto, e comunicação dos resultados; agir – execução das ações para promoção contínua da melhoria do desempenho do processo.

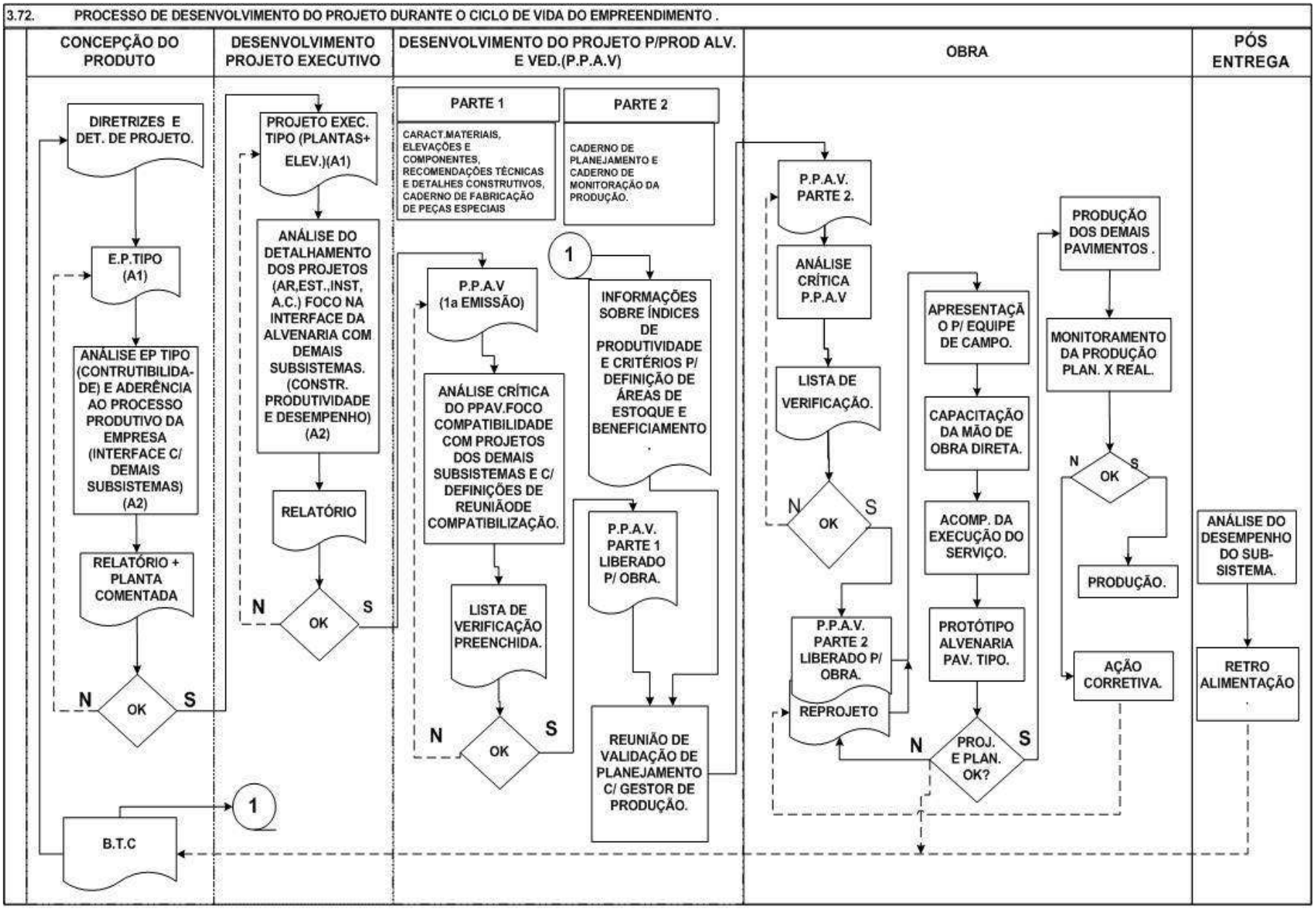


Figura 4.6 – Processo de desenvolvimento do projeto durante o ciclo de vida do empreendimentp

4.2 PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO COM ENFOQUE NA CONSTRUTIBILIDADE E AUMENTO DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO

O projeto escolhido para ilustrar a proposta é o PPAV de um edifício habitacional da construtora C3, que está atualmente em fase de conclusão e entrega de obra. O edifício está implantado num terreno de aproximadamente três mil metros quadrados e possui um total de 23.400 m2 de área construída, distribuídos em vinte e três pavimentos, dos quais vinte são pavimentos tipo com dez apartamentos cada. As unidades são de 57 e 72 m2 e perfazem um total de 212 apartamentos.

O sistema construtivo adotado para o empreendimento é um sistema tradicional, com estrutura reticulada em concreto armado e alvenarias de vedação em blocos cerâmicos.

Figura 4.7 – Imagem da Fachada

Figura 4.8 – Implantação do empreendimento

Propõe-se uma estrutura de projeto para a produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e no aumento de eficiência na produção dividida em cinco grupos de informações, conforme a seguir:

4.2.1 – Grupo 1 – Plantas
4.2.2 – Grupo 2 – Caderno de Elevações
4.2.3 – Grupo 3 – Caderno de Fabricação de Peças Especiais
4.2.4 – Grupo 4 – Caderno de Planejamento
4.2.5 – Grupo 5 – Caderno de monitoramento da Produção

4.2.1 Grupo 1 – Plantas

O primeiro grupo de informações é composto por quatro folhas em formato A0, denominadas: Planta de caminhamento de tubulações elétricas em laje, Planta de furações hidráulicas, Planta de primeira fiada e Planta de segunda fiada.

4.2.1.1 Planta de caminhamento de tubulações elétricas

A planta de caminhamento de tubulações elétricas (figura 4.9) indica os caminhos e os diâmetros dos eletrodutos embutidos em laje, bem como o posicionamento das descidas dos mesmos e das caixas de passagem e pontos de luz.

As medidas são cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas XY e ajustadas normalmente com a planta de 2ª fiada. No detalhe ampliado (figura 4.10), as cotas representadas nas cores vermelha e magenta representam as referidas distâncias a partir dos eixos X1 e Y1. Essa planta deve ser utilizada durante a execução da estrutura de concreto.

O ajuste das medidas de descidas das tubulações e caixas de passagem com a planta de 2ª fiada, acima citado, difere do que se pratica no mercado. Adotou-se essa solução a partir de uma análise sistêmica.

Foram levantados itens nas instalações elétricas e nas vedações, que eram alvo de retrabalho, como, por exemplo, pontos de subida de instalações elétricas em laje, que ficavam fora da parede e precisavam ser ajustados. Também foi avaliada a ocorrência de interferências de tubulações de subida de pontos elétricos com os serviços de concretagem das lajes e revestimentos de piso, prejudicando a produtividade e a qualidade final dos serviços.

Além disso, avaliando o processo de passagem de cabos para alimentação das unidades autônomas, percebeu-se maior facilidade e produtividade na execução dos serviços, fazendo a alimentação a partir do andar de cima. Como complemento, eram freqüentes no atendimento de assistência técnica ocorrências relacionadas a problemas de interferências devido à existência de água dentro de tubulações elétricas.

Como resultado da análise, definiu-se como diretriz a alimentação de todos os pontos elétricos a partir da laje do pavimento superior (mesmo com o aumento do consumo de fios) e a locação das caixas elétricas na face superior do bloco de 2ª fiada. Essa diretriz levou à mudança do critério de ajuste das medidas com a 1ª fiada, tornando esse ajuste mais interessante com a planta de 2ª fiada.

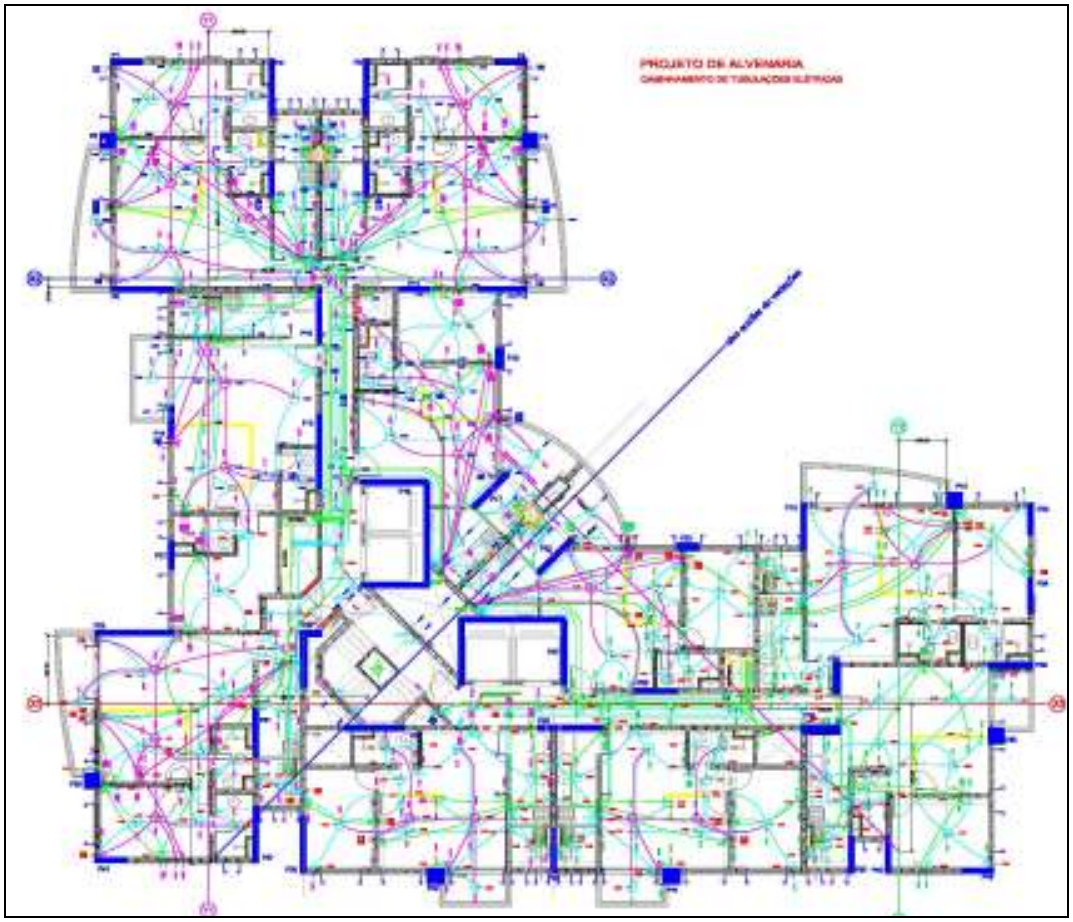


Figura 4.9 - Caminhamento de tubulações elétricas

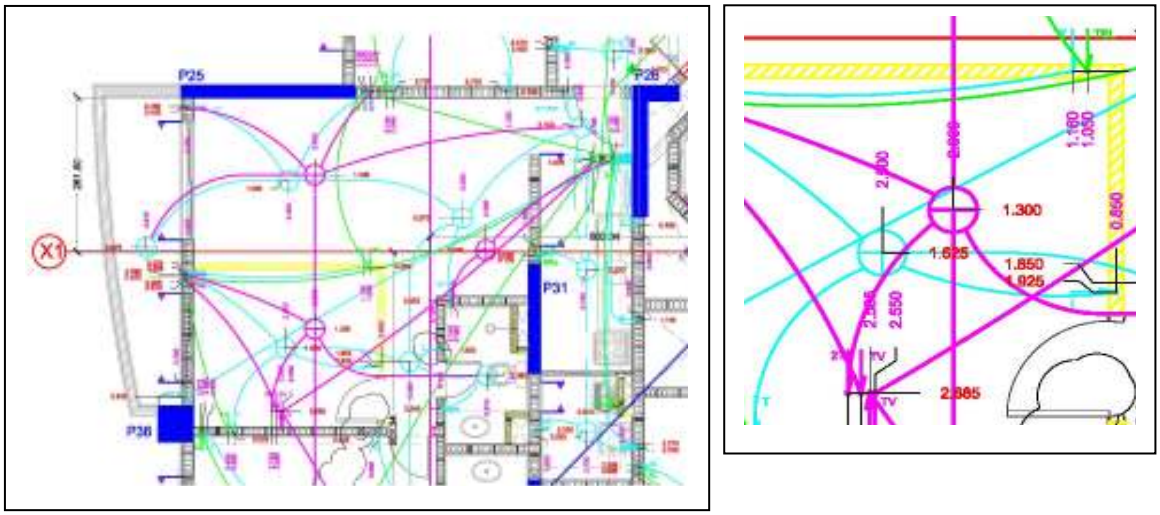


Figura 4.10 - Detalhe ampliado - caminhamento de tubulações elétricas

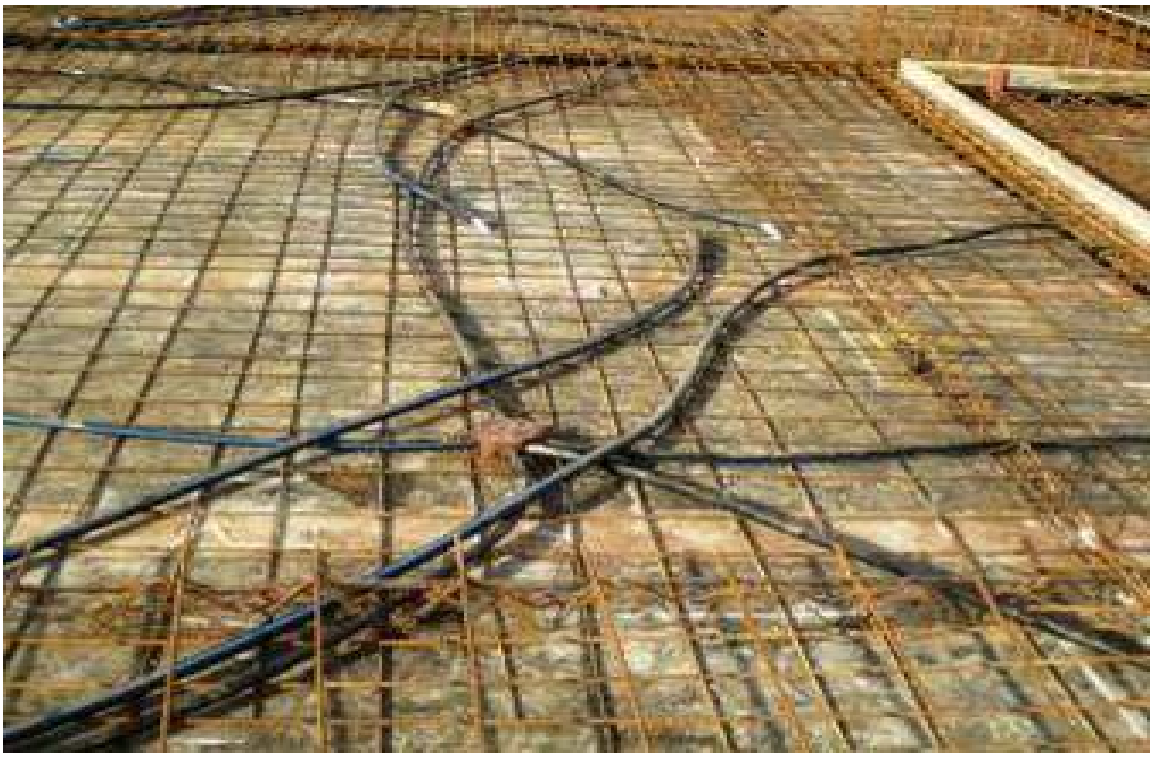


Foto 4.4 - Tubulação elétrica embutida em laje

4.2.1.2 Planta de furações hidráulicas

A planta de furações hidráulicas (figura 4.11 e figura 4.12) indica os eixos das furações hidráulicas ajustadas com a planta de 1ª fiada e cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas xy. São cotadas apenas as furações para tubulações, deixando-se indicadas as aberturas de shafts e vazios, que constam no projeto de produção de formas de madeira.

Os diâmetros representados referem-se aos furos que devem ser executados na laje posteriormente ou aos passantes a serem deixados durante a concretagem e correspondem ao diâmetro comercial seguinte ao diâmetro da tubulação hidráulica projetada (figura 4.13). No caso da construtora optar por furação posterior, a locação da furação hidráulica no assoalho delimita o espaço que não deve ser ocupado por nenhuma outra instalação embutida.

A figura 4.13 e a foto 4.5 exemplificam respectivamente a legenda e as furações hidráulicas do empreendimento em que optou-se por deixar tubos passantes em laje.

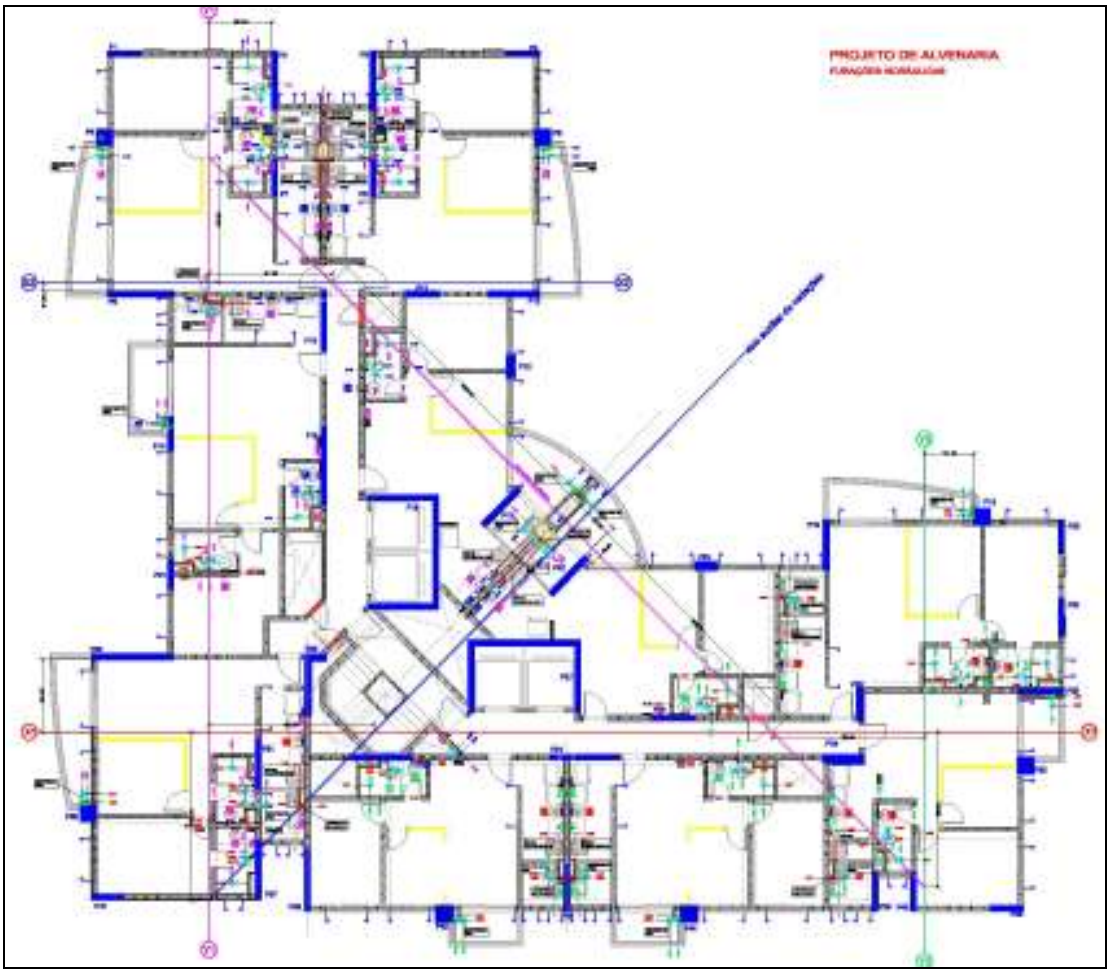


Figura 4.11 – Planta de Furações Hidráulicas

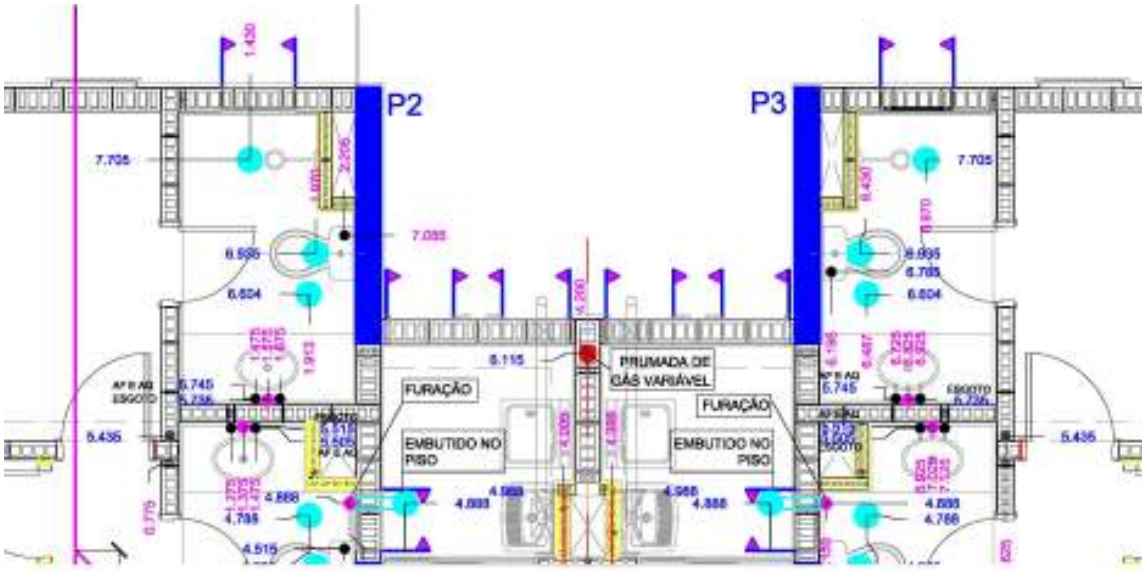


Figura 4.12 - Detalhe ampliado

Legenda

Diâmetro do PASSANTE das tubulações:

Ø PASSANTE	Ø TUBULAÇÃO
Ø 100mm - (Vinil Fort)	(diâmetro da tubulação Ø100mm - ralo/ bacia)
Ø 54mm (prumada de gás - tubulação em cobre - especificado neste caso o diâmetro da tubulação e não passante)	
Ø 75mm - PVC Marrom	(diâmetro da tubulação Ø 50mm - esgoto pia cozinha e tanque)
Ø 60mm - PVC Marrom	(diâmetro da tubulação Ø 40mm - esgoto lavatório)
Ø 50mm - PVC Marrom	(diâmetro da tubulação Ø 20mm e Ø25mm - AF/AQ/DRENO)
Ø 25mm - PVC Marrom	(diâmetro da tubulação Ø 20mm - AF da bacia)

Observações

1 - Os passantes hidráulicos foram considerados conforme PE **INS 27**.

2 - Para a furação do vaso sanitário, foi considerado 30cm + 3cm de acabamento.

3 - No caso de prumadas variáveis foi considerado para efeito de projeto o **diâmetro maior**.

Figura 4.13 – Legenda e observações

Foto 4.5 – Passantes instalados em laje

4.2.1.3 Planta de primeira fiada

A planta de primeira fiada (figura 4.14 e figura 4.15) indica a posição das paredes, cotadas a partir do mesmo eixo de coordenadas xy que consta nos projetos de arquitetura e estrutura. Em função da geometria do edifício podem-se criar eixos auxiliares para a locação das alvenarias.

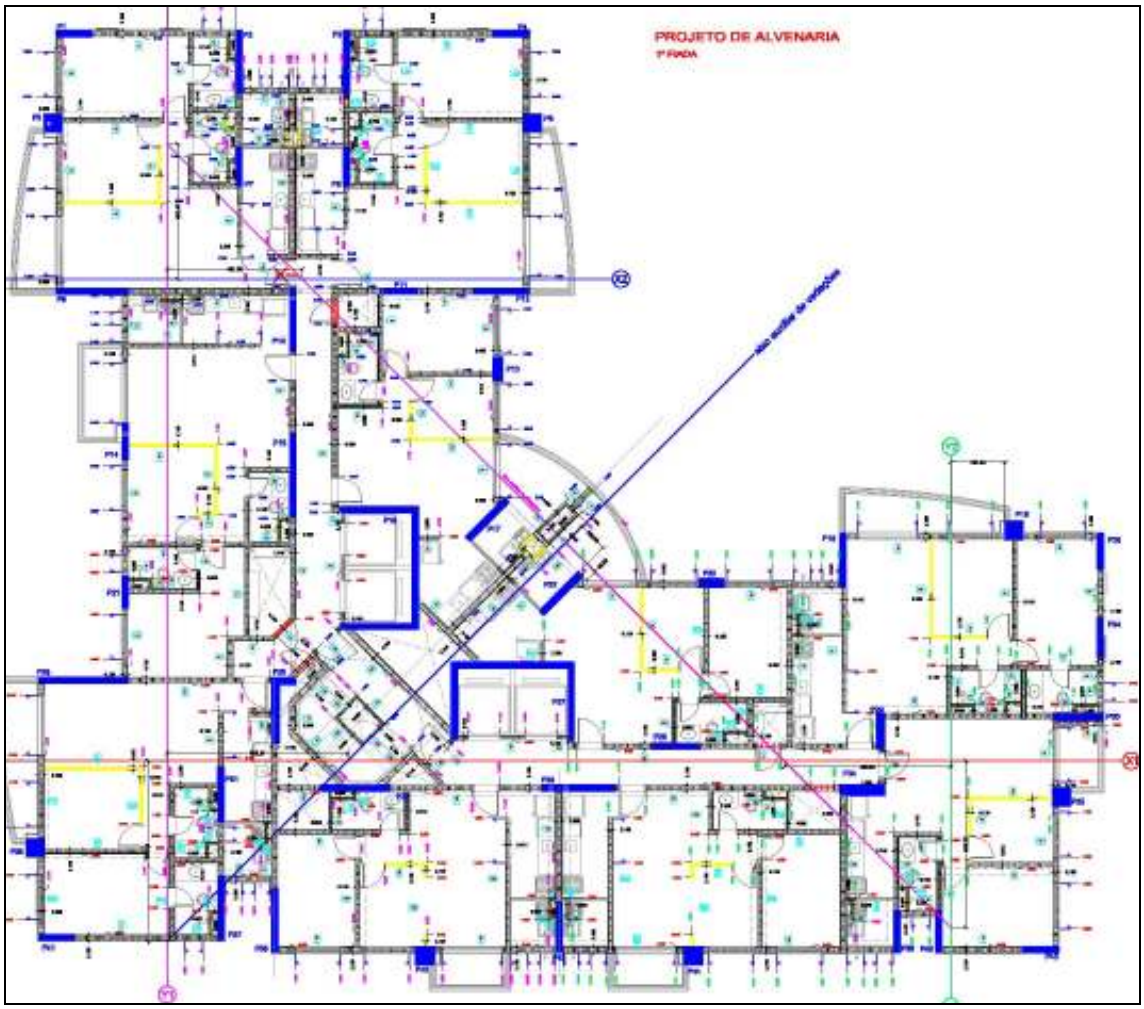


Figura 4.14 – Planta de 1ª Fiada

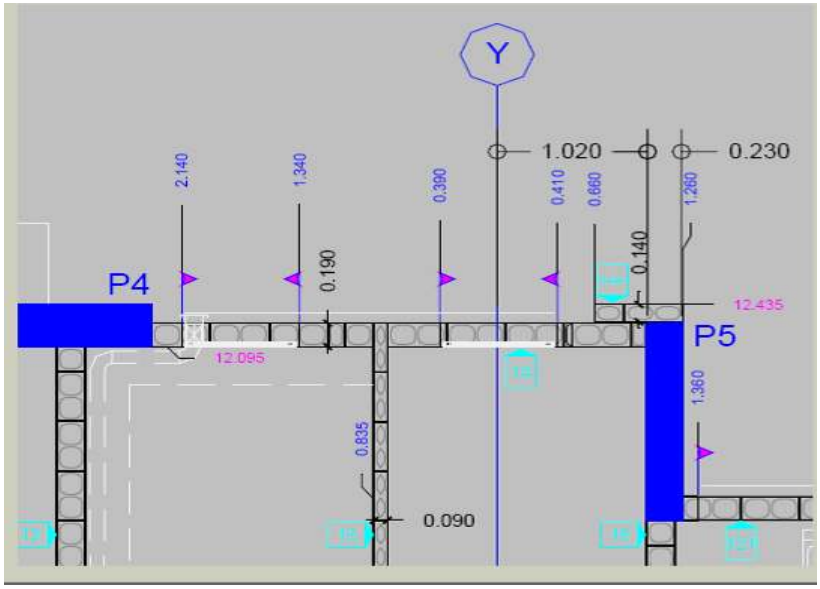


Figura 4.15 - Detalhe ampliado

4.2.1.4 Planta de segunda fiada

A planta de segunda fiada (figura 4.16 e figura 4.17) indica a distribuição dos blocos na segunda fiada, a amarração com telas metálicas (onde necessário) das alvenarias com a estrutura e entre alvenarias (quando não é possível amarrar paredes por interpenetração de blocos), a marcação de peitoris e a posição das caixinhas elétricas em planta. As plantas de primeira e segunda fiadas são utilizadas no momento da execução das alvenarias.

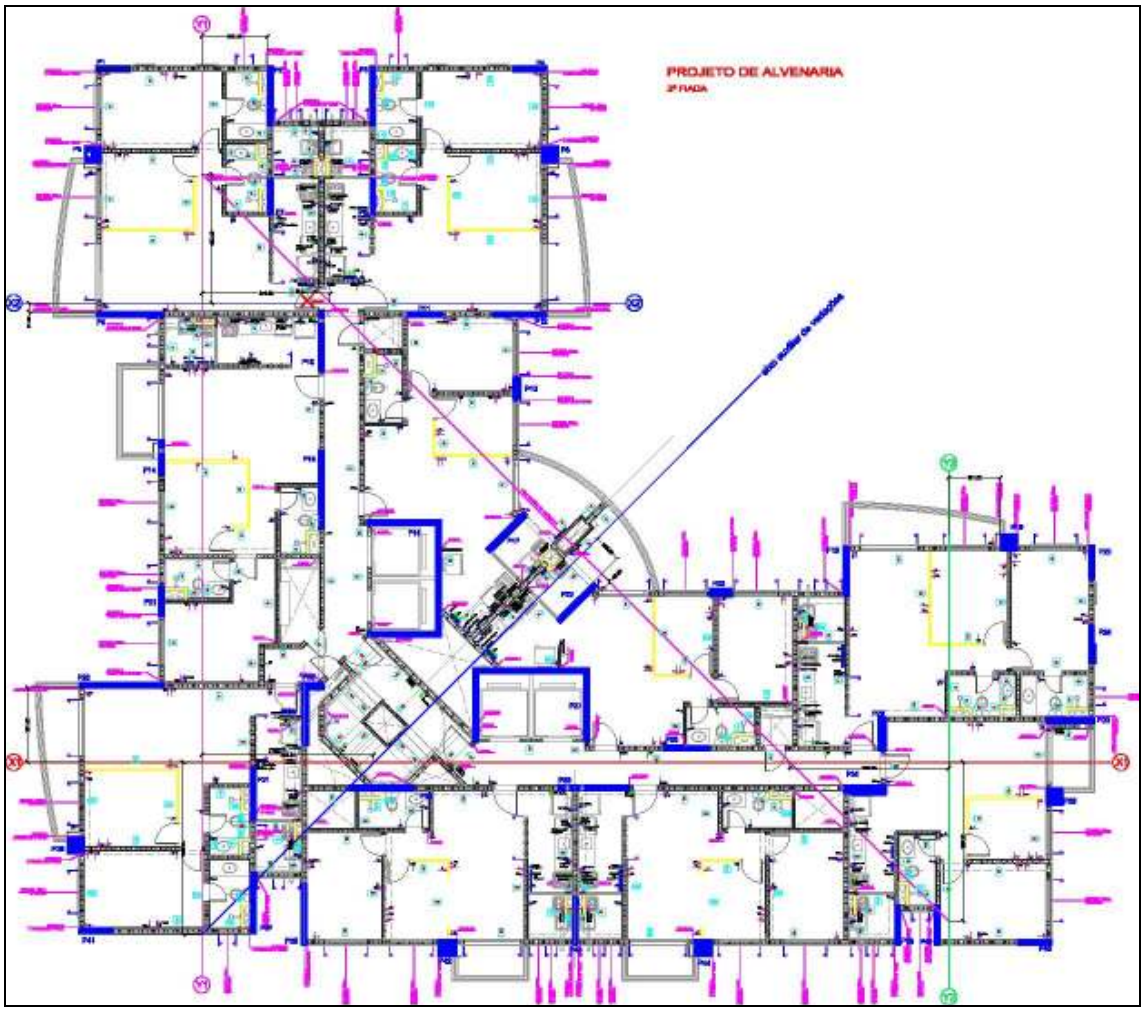


Figura 4.16 – Planta de 2ª Fiada

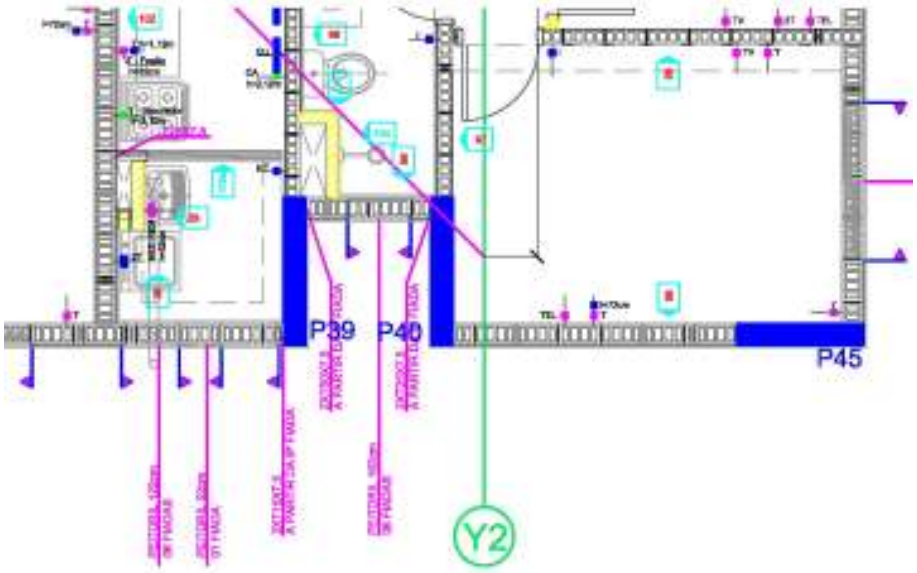


Figura 4.17 - Detalhe ampliado

4.2.2 Grupo 2 – Caderno de Elevações

O segundo grupo de informações é composto pelo Caderno de Elevações. Nesse caderno são apresentadas características dos materiais e componentes considerados no projeto (4.2.2.1), recomendações técnicas e detalhes construtivos (item 4.2.2.2), modulação vertical (item 4.2.2.3), planta de identificação das paredes (item 4.2.2.4) e elevações de todas as paredes, inclusive as rebatidas (item 4.2.2.5). A proposta é imprimir esse caderno em formato A3 para utilização em campo pela equipe de produção.

4.2.2.1 Características dos materiais e componentes

4.2.2.1.1 Família de blocos utilizados

Devem ser apresentados os blocos especificados (cerâmicos ou de concreto), bem como os submódulos disponíveis e peças especiais. A figura 4.18 ilustra a família de blocos cerâmicos considerada.

Componente	Cód.	Dimensões (mm)		
		Altura	Compr.	Largura
Bloco inteiro	19xx39	190	390	90, 14 ou 190
3/4 de Bloco	19xx29	190	290	90, 14 ou 190
2/4 de Bloco	19xx19	190	190	90, 14 ou 190
1/4 de Bloco	19xx09	190	90	90, 14 ou 190
1/8 de Bloco	19xx04	190	40	90, 14 ou 190
Bloco canaleta	19xx39	190	390	90, 14 ou 190

Figura 4.18 – Família de Blocos

4.2.2.1.2 Especificação das telas de amarração

Devem constar as especificações e dimensões das telas de amarração em função da espessura das paredes e a dobra mínima considerada, conforme figura 4.19.

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 inferiror a 10cm (espaletas de portas e janelas) será utilizado uma dobra maior

Figura – 4.19 Especificação de telas de amarração

4.2.2.1.3 Definição das argamassas de marcação, elevação e fixação

Propõe-se a definição das características, das composições, dosagens e do modo de preparo das argamassas necessárias à execução das alvenarias de vedação.

A figura 4.20 exemplifica equipamento utilizado para dosagem da areia em canteiro de obra.

5.2. Método Executivo

1ª etapa: Central de Dosagem

Areia

- Montar a central de dosagem de areia em local próximo ao de estocagem da areia.
- Dosar a areia em saco de ráfia virgem 50 x 70, conforme **Tabela 1** (faixa azul para areia média e faixa preta para areia fina especial), utilizando o dosador de areia apresentado nas figuras abaixo:

Figura 1

Figura 2

- Ao término do turno, o responsável pela central de dosagem de areia, deverá deixar o dosador limpo.
- A obra deve estabelecer uma programação de transporte da areia levando em conta o transporte horizontal / vertical, (utilização do caminho plataforma / elevador cremalheira) e os consumos diários para cada serviço ou seguir as especificações dos projetos para produção específicos, caso houver).

Figura –4.20 Dosagem de areia para argamassa produzida em canteiro de obra

As figuras 4.21 e 4.22 ilustram respectivamente a dosagem de argamassas em volume e o traço da argamassa para execução da alvenaria em sacos de capacidades diferentes pré-definidas.

Tabela 1 - Dosagem de argamassas

Destinação (traço nominal*)	Cimento	Cal	Areia			Resina
	Quantidade		Cor do Saco	Tipo de Areia	Quantidade	
Revestimento Interno / Externo (1:1:7)	1 saco de cimento (50 Kg)	1 saco (20 Kg)	Ráfia com tarja PRETA	Fina especial (ver nota1)	12 sacos	-
Alvenaria (1:1,5:7,5)	1 saco de cimento (50 Kg)	1 saco (20 Kg) + 1 saco (15 Kg)	Ráfia com tarja PRETA	Fina especial (ver nota 1)	12 sacos	-
Contrapiso Reforçado Alisado / Acústico (1:5)	1 saco de cimento (50 Kg)	-	Ráfia com tarja AZUL	Média	8 sacos	-
Contrapiso Polimérico (1:3)	1 saco de cimento (50 Kg)	-	Ráfia com tarja AZUL	Média	5 sacos	7 litros de resina acrílica Bauceryl 5000 + água até obter a consistência desejada (ver PE.IMP.02)
Chapisco (1:3)	1 saco de cimento (50 Kg)	-	Ráfia com Tarja AZUL	Média	5 sacos	Solução 1:5 de resina PVA e água, de acordo com a consistência desejada

Figura – 4.21 Dosagem de argamassas

Figura 4.22 – Traço de argamassa para alvenaria

4.2.2.2 Recomendações técnicas e detalhes construtivos

As recomendações técnicas e detalhes construtivos estão relacionados diretamente à tecnologia e aos processos construtivos adotados pela empresa construtora e podem variar de empreendimento para empreendimento em função das características dos mesmos.

A proposta prevê descrever inicialmente as características do processo construtivo do empreendimento, para em seguida detalhar as técnicas de execução dos serviços que compõem a vedação vertical em alvenaria e sua interface com demais subsistemas. Os detalhes construtivos resultantes são apresentados agrupados por assunto.

4.2.2.2.1 Características do processo construtivo

O processo construtivo adotado para o empreendimento em questão é descrito inicialmente. Em seguida descreve-se o método construtivo projetado, isto é o conjunto de técnicas construtivas adotadas para a produção das alvenarias de vedação, a seqüência de execução das citadas técnicas, definição dos prazos mínimos a serem observados e das condições necessárias para início do serviço.

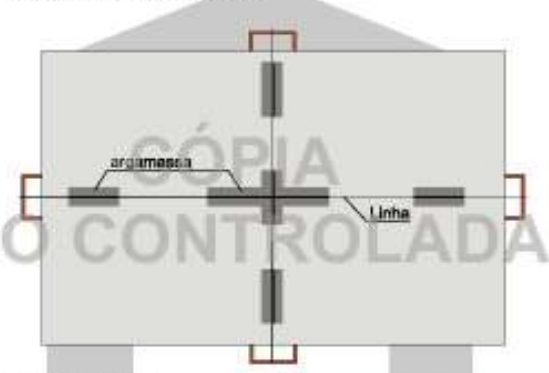
4.2.2.2.2 Técnicas de execução

As técnicas de execução são apresentadas através dos procedimentos executivos da empresa, que passam a fazer parte do projeto para produção. No PPAV estão contemplados os procedimentos de marcação, elevação e fixação de alvenarias de vedação. As figuras 4.23 e 4.24 ilustram os procedimentos executivos de marcação de alvenaria com bloco cerâmico ou de concreto e de elevação de alvenaria com bloco cerâmico ou de concreto.

SERVIÇO: MARCAÇÃO DE ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS OU BLOCOS DE CONCRETO

5.2. Método Executivo

- Preparar a argamassa de assentamento conforme o PE.ARG.01, no misturador ou no caixote, de preferência no próprio andar;
- Marcar os eixos de projeto na laje, aplicando uma pequena quantidade de argamassa de assentamento e marcando os eixos na mesma ;



- Obter o nivelamento da 1ª fiada:
  - Avaliar visualmente um ponto fixo na estrutura com baixo potencial de deformação e que seja referência para modulação vertical (quina entre pilar e viga).

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Figura 4.23 – Procedimento executivo de marcação de alvenaria

SERVIÇO: ELEVAÇÃO DE ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS OU BLOCOS DE CONCRETO

1. OBJETIVO

O objetivo deste procedimento é padronizar a elevação de alvenaria com blocos cerâmicos ou blocos de concreto.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Projeto para Produção de Vedações Verticais (para pavimento tipo)
Projeto de Arquitetura para demais alvenarias;
PE.ALV.05 - Procedimento para execução de tubulação seca em alvenaria I;
PE.INS.02 - Procedimento para execução de embutimento de eletroduto em laje;
PE.ALV.04 - Procedimento para execução de pré-moldados para alvenaria;
PE.ARG.01 – Produção Industrializada de Argamassa em Canteiro de Obra.

3. FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

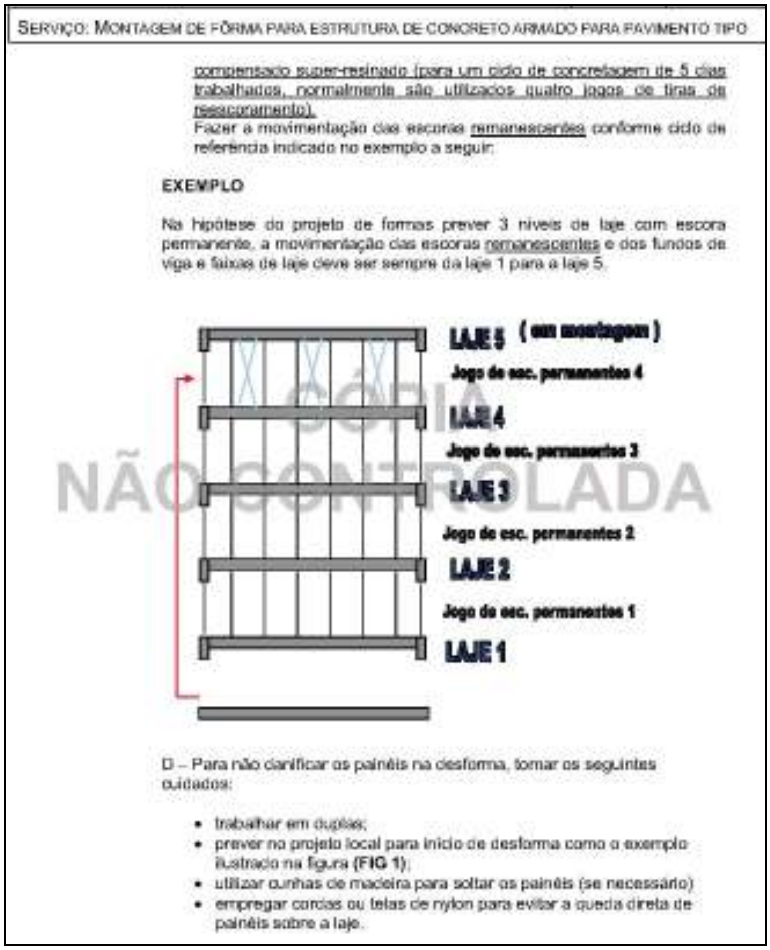
DESCRIÇÃO
Linha de nylon
Colher de pedreiro
Bisnaga ou espátula para assentamento de blocos
Régua Teórica de 2 m com nível bolha
Carrinho para transporte de blocos
Carrinho p/ transporte de massa
Cavalete de massa c/ suporte
Andaimes metálicos
Escantilhões com régua móvel (Ref. Escantilhão Telescópico da Equipaobra)
Giz de cera para marcação
Metro / Trena
Prédola Hilti (Ref.: DX-A41)
Nível de bolha (20 a 30 cm)
Galga de marcação das telas
Prumo de Face
Argamassadeira de eixo horizontal (conforme PE.ARG.01)
Nível alemão
Esticador de Linha

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Figura 4.24 – Procedimento executivo de elevação de alvenaria

4.2.2.2.3 Técnicas construtivas para execução de interfaces com demais subsistemas

As técnicas construtivas para execução das interferências com demais subsistemas são apresentadas através dos Procedimentos Executivos da empresa para a execução dessas interfaces. Como exemplos de interfaces tratadas podem-se citar a interface das alvenarias de vedação com a estrutura de concreto (Figura 4.25), as interfaces com as instalações elétricas (figuras 4.26 e 4.27) e hidráulicas (figuras 4.28 e 4.29), as interfaces com as esquadrias, com contrapiso, com revestimentos, etc. Alguns desses exemplos são ilustrados a seguir.



SERVIÇO: MONTAGEM DE FÔRMA PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO PARA PAVIMENTO TIPO

compensado super-resinado (para um ciclo de concretagem de 5 dias trabalhados, normalmente são utilizados quatro jogos de tiras de reescoramento).
Fazer a movimentação das escoras remanescentes conforme ciclo de referência indicado no exemplo a seguir:

EXEMPLO

Na hipótese do projeto de formas prever 3 níveis de laje com escora permanente, a movimentação das escoras remanescentes e dos fundos de viga e faixas de laje deve ser sempre da laje 1 para a laje 5.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

D – Para não danificar os painéis na desforma, tomar os seguintes cuidados:

- trabalhar em duplas;
- prever no projeto local para início de desforma como o exemplo ilustrado na figura (FIG 1);
- utilizar cunhas de madeira para soltar os painéis (se necessário)
- empregar cordas ou telas de nylon para evitar a queda direta de painéis sobre a laje.

Figura 4.25 – Definição do critério de escoramento permanente

SERVIÇO: EXECUÇÃO DE TUBULAÇÃO SECA EM ALVENARIA I

1. OBJETIVO

O objetivo desse procedimento é padronizar a execução de tubulação seca em alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto sob responsabilidade do projeto.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Projeto de Alvenaria;
PE.ALV.02 - Elevação de Alvenaria com Blocos Cerâmicos;
PE.ALV.09 - Elevação de Alvenaria com Blocos de Concreto;

3. MATERIAIS

Bloco conforme projeto
Eletroduto flexível / rígido
Luva de conexão

4. MÉTODO EXECUTIVO

CÓPIA NÃO CONTROLADA

4.1. Condições para o início dos serviços

- As condições para início da elevação devem ter sido atendidas;
- Os flexíveis deverão estar cortados e empatados nas dimensões de projeto pelo instalador;

4.2. Método Executivo

Para ponto partindo do piso:

Tomadas Baixas - no ponto onde o eletroduto estiver colocado, deve ser assentado o bloco especial (com corte para caixa ou com caixa assentada) deixando a sobra do eletroduto para fora;

Tomadas Médias - na seqüência da elevação da alvenaria, deve-se ir passando o eletroduto flexível pelos blocos até atingir a fiada de assentamento do bloco especial e daí para frente executar como o anterior;

Figura 4.26 – Procedimento executivo de execução de tubulação seca em alvenaria

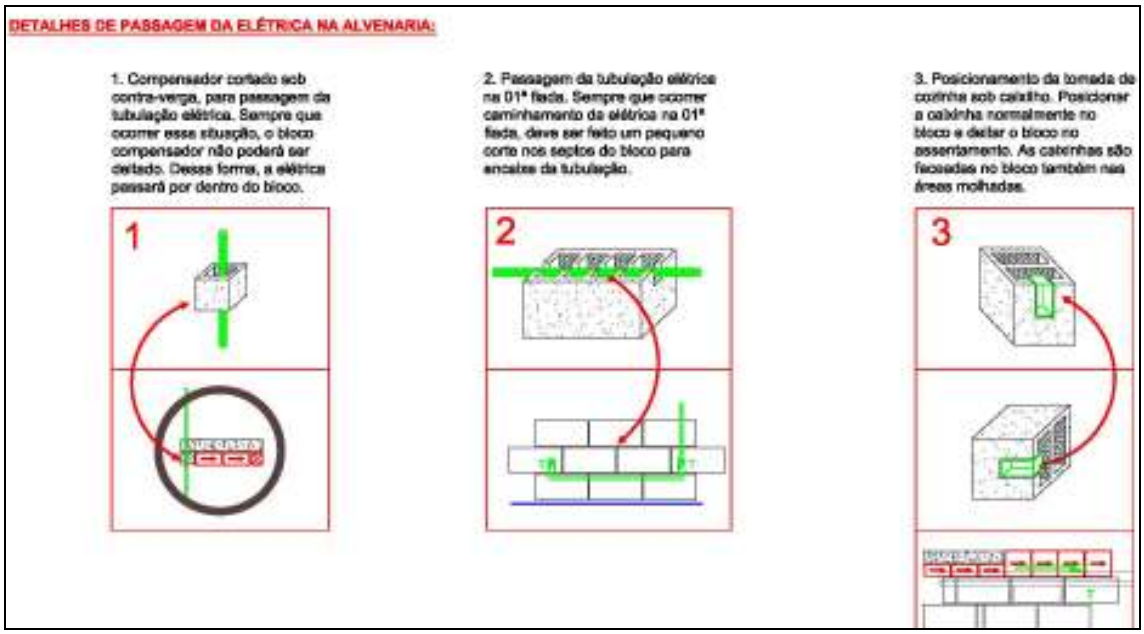


Figura 4.27 – Detalhes de passagem elétrica na alvenaria

SERVIÇO: FURAÇÕES EM LAJES PARA PASSAGENS HIDRÁULICAS

5.2. **Método Executivo**

5.2.1 **Furos para tubulação embutida em alvenaria**

* Locar os furos em função dos eixos da obra;
* Marcar o eixo do furo a ser executado na laje (instalador);
* Antes da instalação do equipamento, isolar a área do pavimento inferior;
* Instalar o equipamento (extratora) no ponto especificado pelo instalador e fazer a execução do furo, com diâmetro ¼" acima do tubo passante determinado em projeto, conforme tabela abaixo:

5.2.2 Furos para tubulação externa à alvenaria (ralos, bacias, bidês, etc.)

* Marcar o eixo do furo em função do projeto e das paredes, com o auxílio da régua de alumínio, esquadro e trena, locar o ponto;
* Marcar o eixo do furo a ser executado na laje (instalador);
* Antes da instalação do equipamento, isolar a área do pavimento inferior;
* Instalar o equipamento (extratora) no ponto especificado pelo instalador e fazer a execução do furo, com diâmetro ¼" acima do tubo passante determinado em projeto, conforme tabela abaixo:

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Figura 4.28 – Procedimento para furação em lajes para passagens hidráulicas

SERVIÇO: FECHAMENTO VERTICAL COM CHAPAS DE GESSO ACARTONADO

5.3.2 Execução das instalações da área seca

* Executar as instalações (ramais de distribuição primária e prumadas), conforme

5.3.3 Execução do emboço interno

* Executar o emboço interno no local, conforme PE.RV.109, pelo menos até a face interna do bloco de marcação (possibilitando a fixação dos montantes sobre emboço).

5.3.4 Marcação e fixação das guias

* Locar a face externa das guias alinhada com a face externa do bloco (de forma que, no momento da fixação das chapas, as mesmas fiquem com sua espessura totalmente para fora da base).

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Figura 4.29– Procedimento para interface com prumadas hidráulicas / shafts

4.2.2.2.4 Detalhes construtivos

Os principais itens de atenção na execução das alvenarias de vedação são destacados e sua execução detalhada. As figuras 4.30 e 4.31 exemplificam alguns detalhes construtivos.

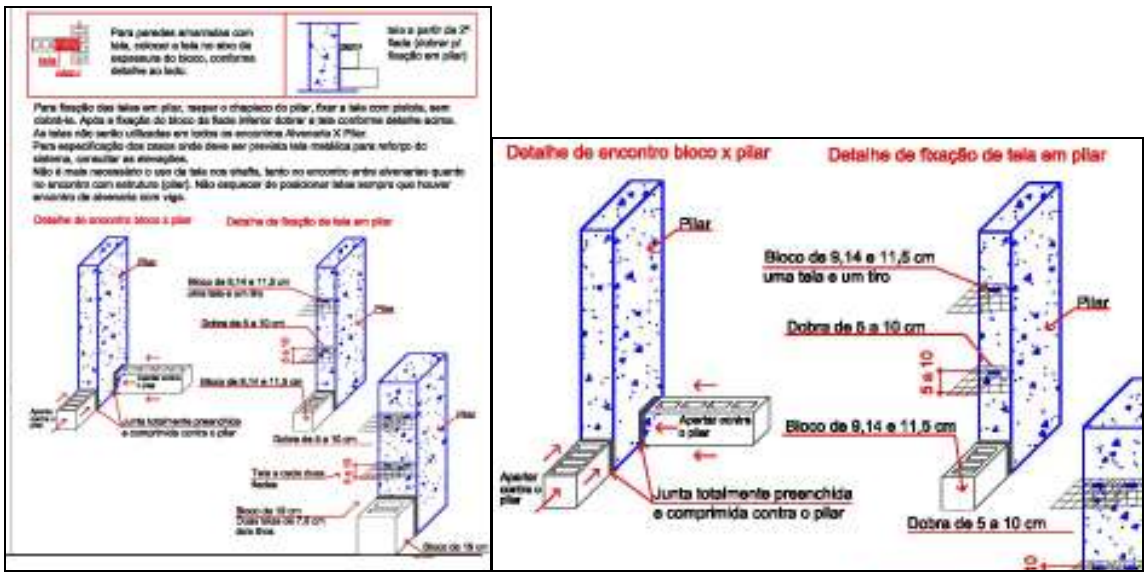


Figura 4.30 – Detalhes construtivos – encontro bloco x pilar e fixação de telas

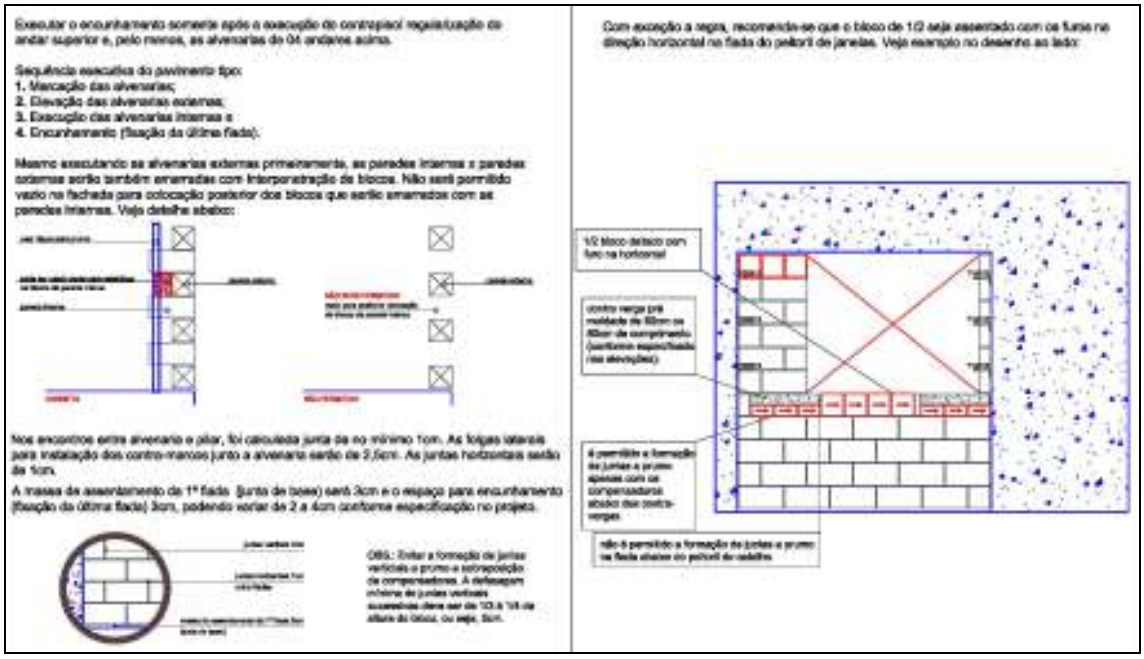


Figura 4.31 – Detalhes construtivos – amarração entre paredes e execução dos peitoris e vãos

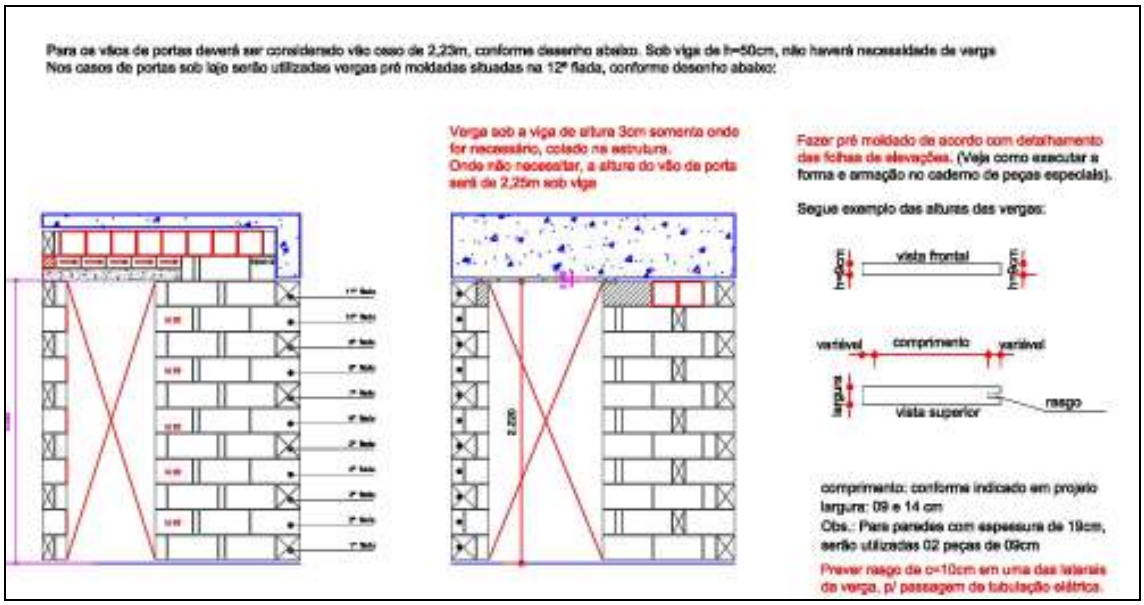


Figura 4.32 – Detalhes construtivos – Execução de vãos de porta

Na figura 4.32 pode-se observar uma padronização das alturas dos pontos elétricos e do posicionamento das caixas elétricas em relação aos blocos que compõem a alvenaria de vedação.

Pode-se ainda notar na figura 4.33, que as caixas elétricas estão locadas na face superior do bloco e sua referência é a laje de concreto e não o piso acabado

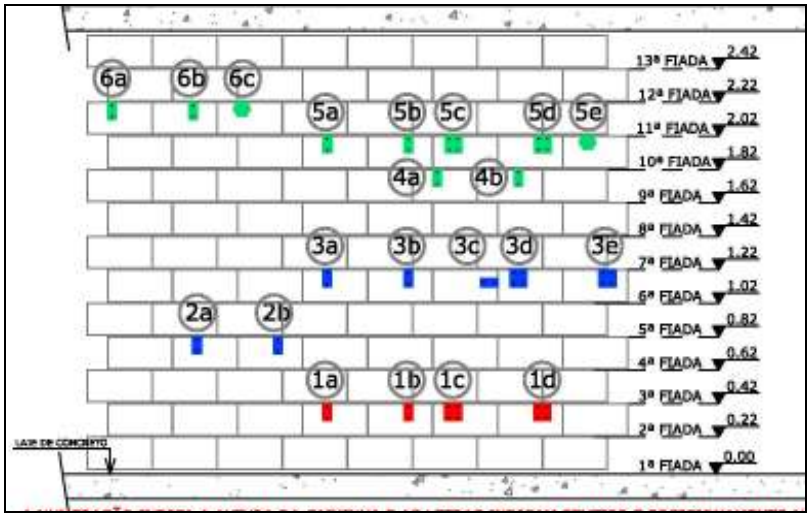


Figura 4.33 – Padronização de alturas de pontos elétricos

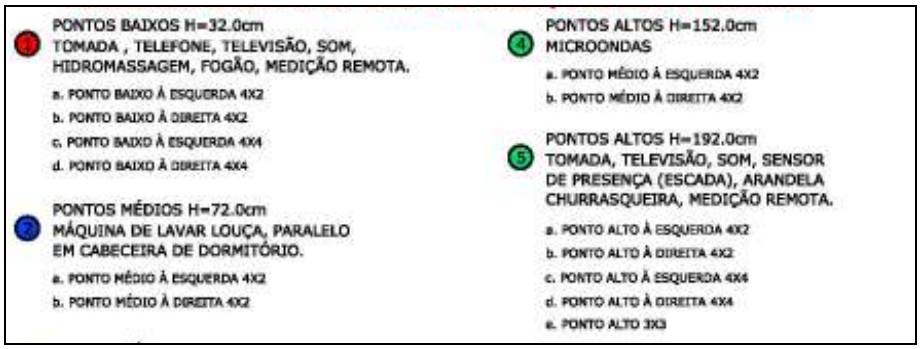


Figura 4.34 – Legenda

4.2.2.3 Modulação vertical

Devem ser detalhadas todas as situações existentes no pavimento tipo do empreendimento, conforme ilustrado na figura 4.35. No caso de se adotar coordenação modular vertical sem zona de ajuste, padronizando-se as espessuras de laje, há redução significativa da variedade de situações.

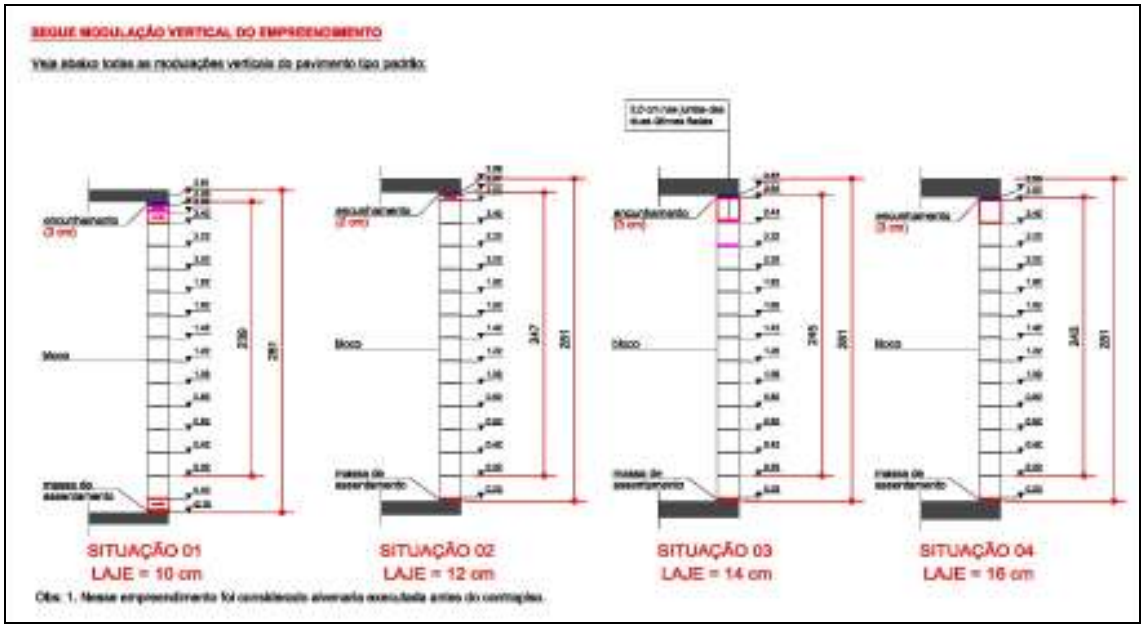


Figura 4.35– Modulação vertical

Observa-se que nas modulações verticais apresentadas foram incluídas as medidas da face inferior das vigas e lajes à face superior do bloco de primeira fiada (figura 4.36). Essa informação evita que a referida medida seja calculada erroneamente

pela equipe de campo e facilita a conferência e aceitação do serviço de marcação pelo encarregado ou mestre de obra. Caso haja estrangulamento da medida em função de imperfeições geométricas da estrutura de concreto armado, detecta-se facilmente o problema e podem-se buscar soluções antes da elevação da alvenaria.

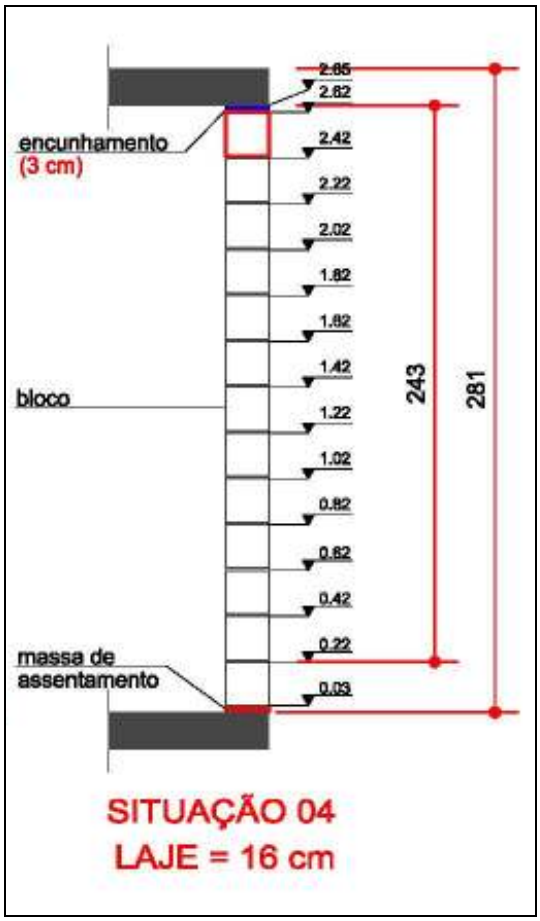


Figura 4.36 – Detalhe ampliado da modulação vertical

4.2.2.4 Planta de identificação de paredes

A planta de identificação de paredes (figura 4.37) deve apresentar a numeração das paredes e identificar o lado adotado para a representação da elevação de cada parede, conforme pode ser observado no detalhe ampliado (figura 4.38).

Figura 4.37 – Planta de identificação de paredes

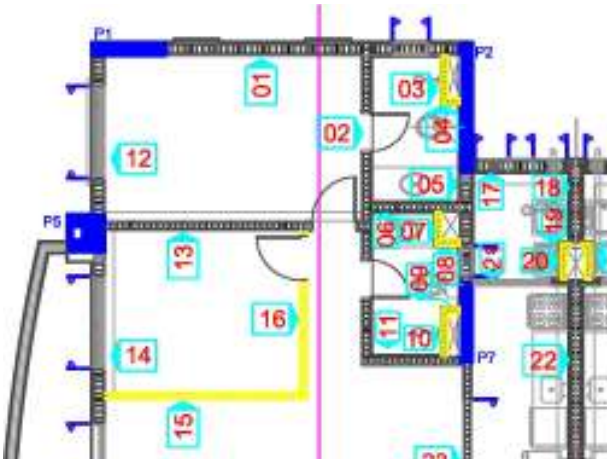


Figura 4.38 – Detalhe ampliado da planta de identificação de paredes

4.2.2.5 Elevações

A proposta para representação das paredes é elaborar a elevação de todas as paredes escala 1:25 e imprimir em formato A3 para utilização da equipe de produção.

Nas figuras 4.39 e 4.40 são apresentadas duas folhas de elevação como ilustração.

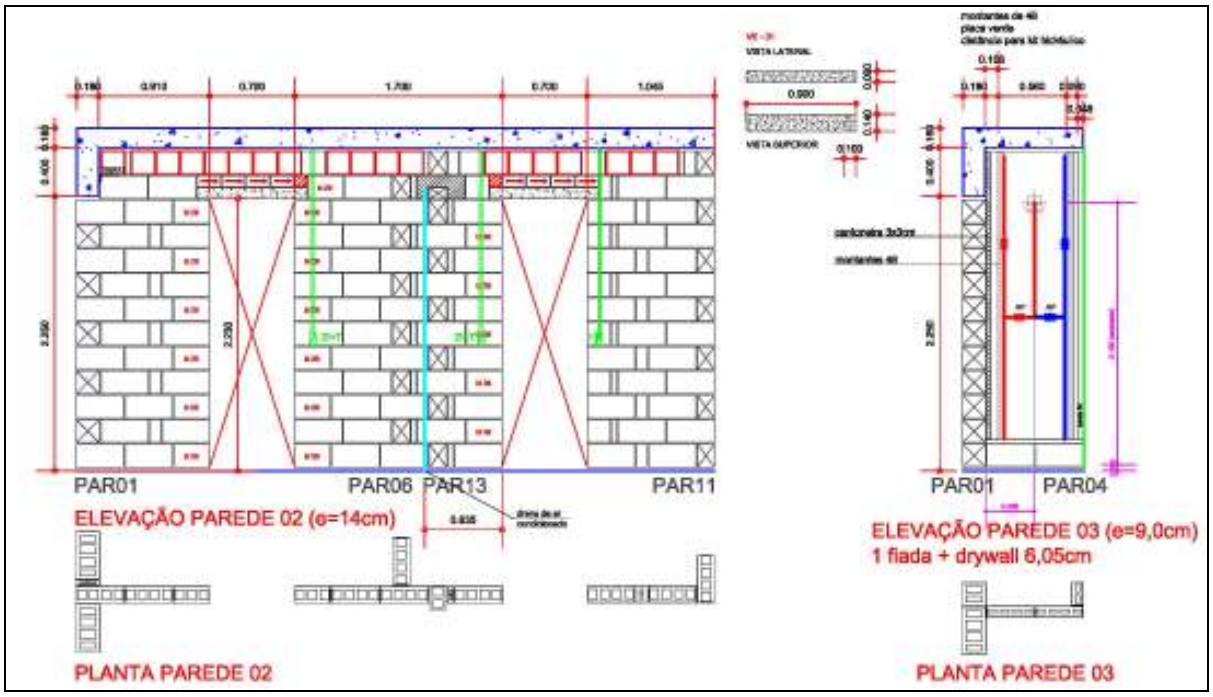


Figura 4.39 – Elevação das paredes 2 e 3

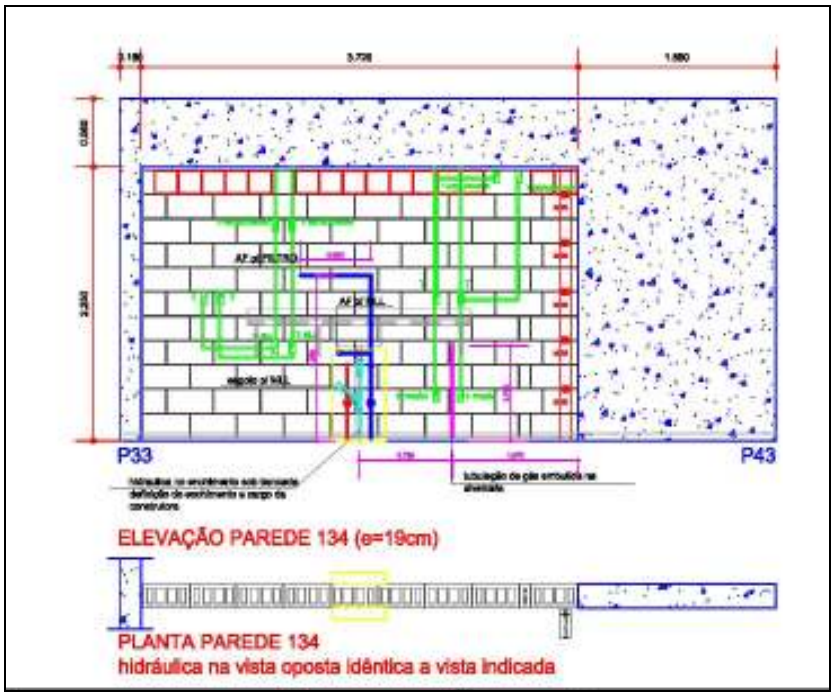


Figura 4.40 – Elevação da parede 134

4.2.3 Grupo 3 – Caderno de Fabricação de Peças Especiais

O terceiro grupo de informações é composto pelo Caderno de Fabricação de Peças Especiais. Esse caderno deve conter o detalhamento e a quantificação das peças a serem produzidas (vergas, contravergas, pré-moldados, blocos elétricos), bem como o projeto das centrais de produção das mesmas. A indicação é impressão do caderno em formato A3 para utilização em campo pela equipe de produção.

4.2.3.1 Quantitativo de Vergas e Contravergas

A definição das dimensões das vergas e contravergas deve ser feita objetivando maior produtividade dos serviços de elevação das alvenarias. Para tal é necessário buscar padronização das peças (redução da variedade de dimensões) e limitar o peso das mesmas de forma a não sobrecarregar o operário.

A figura 4.41 exemplifica um critério que pode ser adotado para a definição das contravergas.

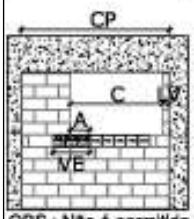
6.1. Elementos pré-moldados

CONTRA-VERGAS

As contra-vergas são elementos pré-moldados utilizados na fiada de peitoril das janelas e sobre vãos de pequena largura (< 90cm).
Não é necessário o uso dessas peças quando:
- o vão da janela for inferior a 60cm;
- o comprimento da parede for menor que 60cm (exceção sobre laje em balanço); CP<60
- o espaço composto por blocos entre o vão da janela e o próximo elemento estrutural ou o final da parede for menor que 10cm e/ou inferior à 1/10 do comprimento total da parede; LV<10 e/ou LV<CP/10
- esquadrias internas.

Quando usadas, as contra-vergas devem seguir algumas regras para seu correto posicionamento na parede:

Comprimento peça	Peso máximo da peça	Vão da alvenaria	Dimensão dentro do vão
CV = 60 cm	40 Kg	67 < C ≤ 150cm	10 ≤ A ≤ 30cm
CV = 60 cm	40 Kg	150 < C ≤ 210cm	A = 20cm
CV = 80 cm	40 Kg	210 < C ≤ 300cm	30 ≤ A ≤ 40cm

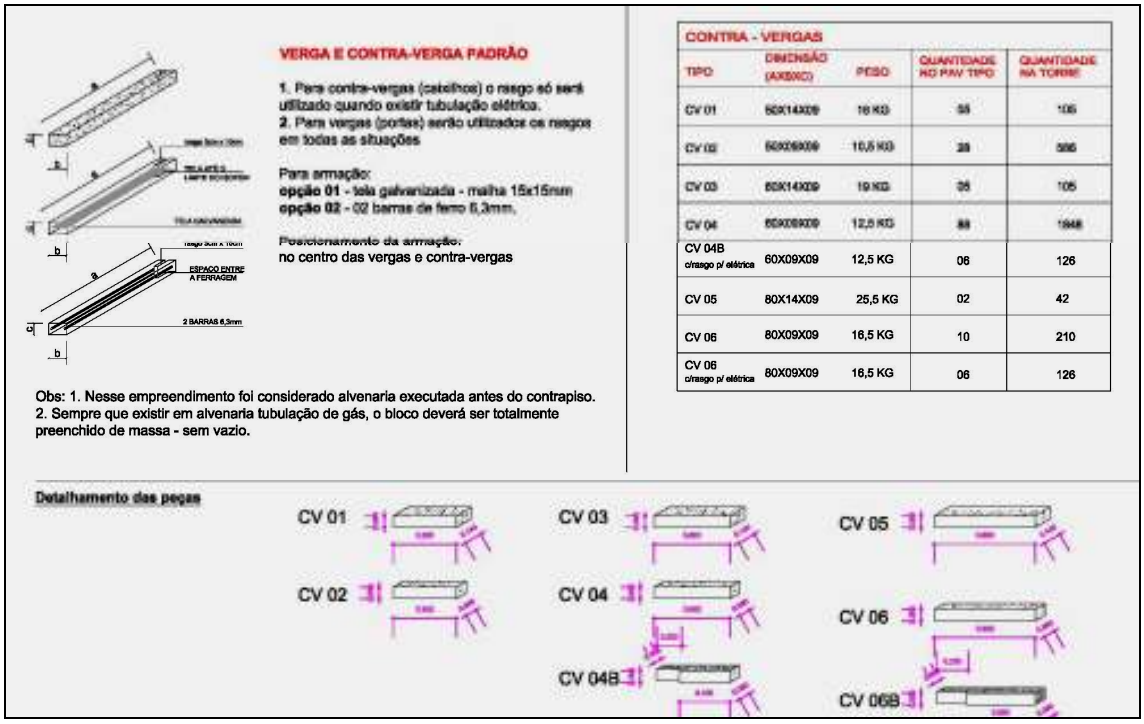


Legenda:
CP - comprimento total da parede
C - vão total da janela
LV - espaço entre a alvenaria ou pilar e o limite do vão da janela
VE - comprimento total da contra-verga
A - a parte da contra-verga que fica para dentro do vão da janela

OBS.: Não é permitida a formação de juntas à prumo na fiada do peitoril da janela, com exceção para as juntas dos compensadores no meio da contra-verga.

Figura 4.41 – Diretrizes para definição de contravergas

As figuras 4.42 e 4.43 referem-se às vergas e contravergas projetadas para o pavimento tipo.



VERGA E CONTRA-VERGA PADRÃO

1. Para contra-vergas (cabelhos) o rasgo só será utilizado quando existir tubulação elétrica.
2. Para vergas (portas) serão utilizados os rasgos em todas as situações

Para armação:
opção 01 - tela galvanizada - malha 15x15mm
opção 02 - 02 barras de ferro 6,3mm.

Posicionamento da armação:
no centro das vergas e contra-vergas

ESPAÇO ENTRE A FERRAGEM

2 BARRAS 6,3mm

Obs: 1. Nesse empreendimento foi considerado alvenaria executada antes do contrapiso.
2. Sempre que existir em alvenaria tubulação de gás, o bloco deverá ser totalmente preenchido de massa - sem vazio.

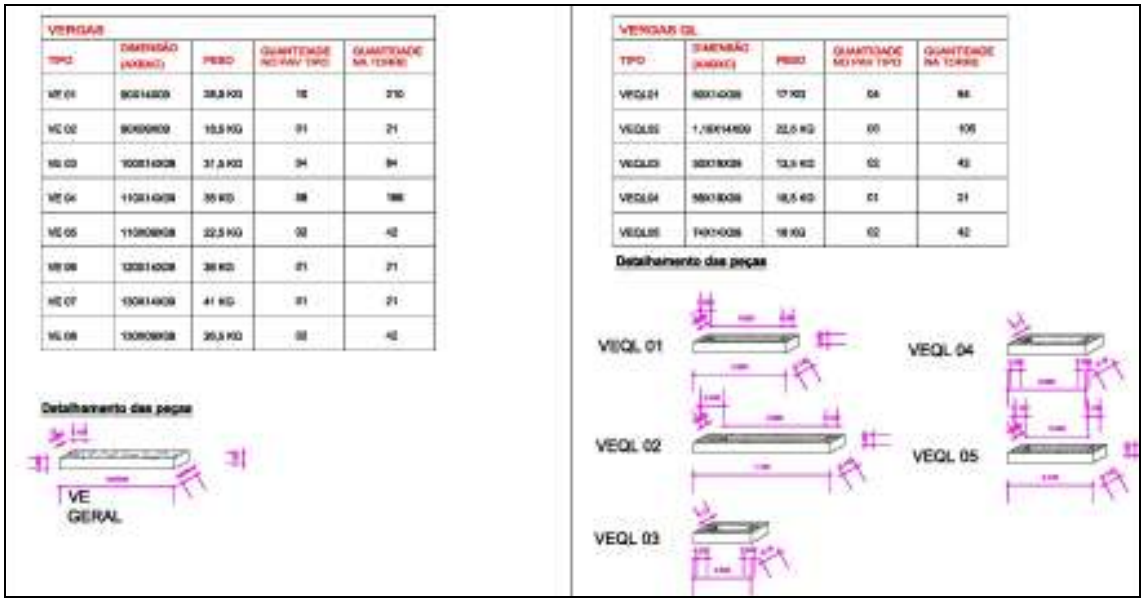
CONTRA - VERGAS

TIPO	DIMENSÃO (AXBXC)	PESO	QUANTIDADE NO PAV TIPO	QUANTIDADE NA TORRE
CV 01	60X14X09	16 KG	35	105
CV 02	60X09X09	10,5 KG	28	588
CV 03	60X14X09	19 KG	35	105
CV 04	60X09X09	12,5 KG	88	1848
CV 04B c/rasgo p/ elétrica	60X09X09	12,5 KG	06	126
CV 05	80X14X09	25,5 KG	02	42
CV 06	80X09X09	16,5 KG	10	210
CV 06 c/rasgo p/ elétrica	80X09X09	16,5 KG	06	126

Detalhamento das peças

CV 01 CV 02 CV 03 CV 04 CV 04B CV 05 CV 06 CV 06B

Figura 4.42 – Quantitativo de contravergas



VERGAS

TIPO	DIMENSÃO (AXBXC)	PESO	QUANTIDADE NO PAV TIPO	QUANTIDADE NA TORRE
VE 01	80X14X09	38,5 KG	10	210
VE 02	80X09X09	10,5 KG	01	21
VE 03	100X14X09	31,5 KG	04	84
VE 04	110X14X09	35 KG	08	168
VE 05	110X09X09	22,5 KG	02	42
VE 06	120X14X09	38 KG	01	21
VE 07	130X14X09	41 KG	01	21
VE 08	130X09X09	26,5 KG	02	42

Detalhamento das peças

VE GERAL

VERGAS QL

TIPO	DIMENSÃO (AXBXC)	PESO	QUANTIDADE NO PAV TIPO	QUANTIDADE NA TORRE
VEQL01	60X14X09	17 KG	04	84
VEQL02	1,16X14X09	22,5 KG	05	105
VEQL03	90X14X09	13,5 KG	02	42
VEQL04	58X14X09	16,5 KG	01	21
VEQL05	140X14X09	18 KG	02	42

Detalhamento das peças

VEQL 01 VEQL 02 VEQL 03 VEQL 04 VEQL 05

Figura 4.43 – Quantitativo de vergas

4.2.3.2 Projeto de Central de Produção de Vergas e Contravergas

A definição do local, o dimensionamento do espaço e o número de bancadas necessário à produção das vergas e contravergas devem constar no Caderno de Planejamento, que será apresentado no item 4.2.4.

No caderno de fabricação de peças especiais estão as orientações para a produção das peças, tais como: detalhamento da forma, procedimento para a concretagem das peças, procedimento para colocação da armadura e orientações para a identificação das vergas e contravergas, conforme ilustrado a seguir.

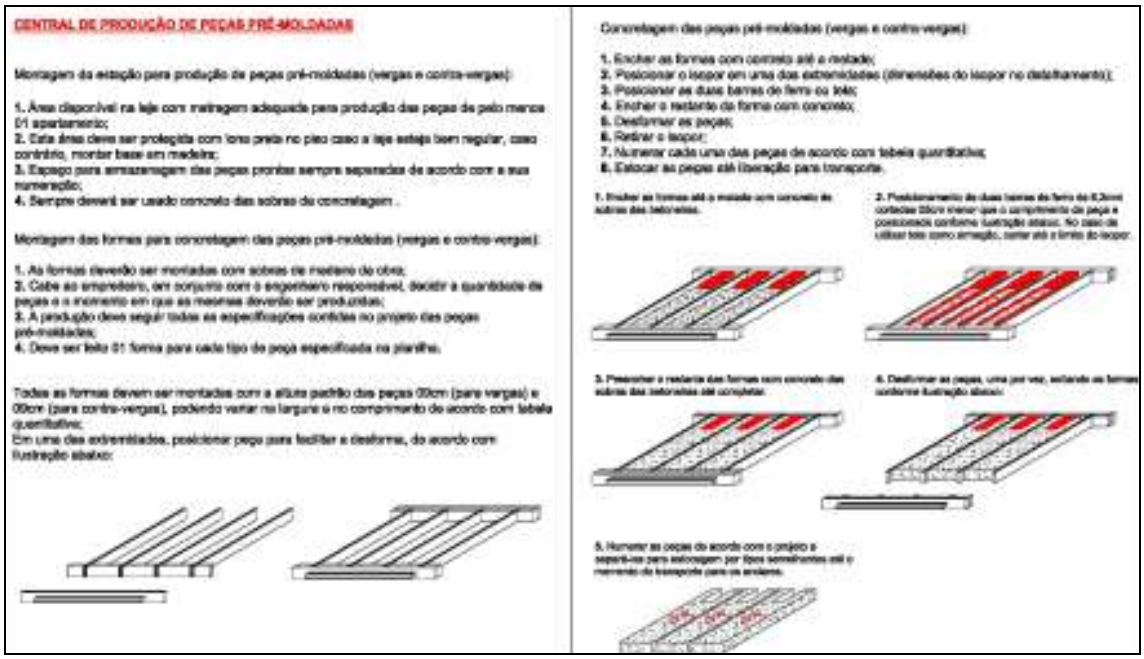


Figura 4.44 – Projeto para central de produção de vergas e contravergas

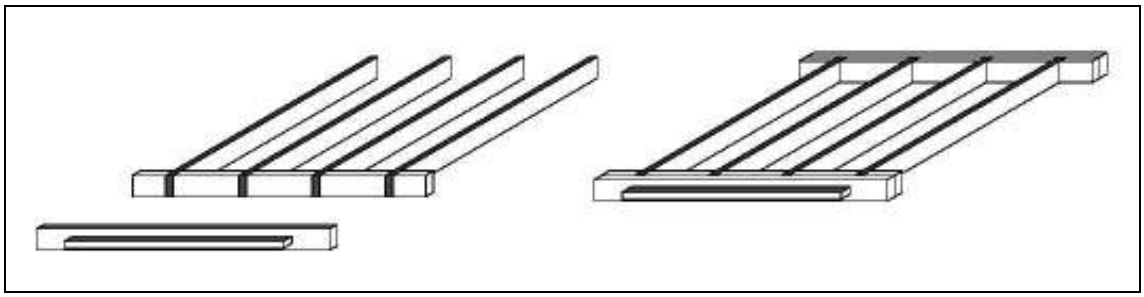


Figura 4.45– Detalhe da forma para vergas e contravergas

Foto 4.6– Central de produção de vergas e contravergas

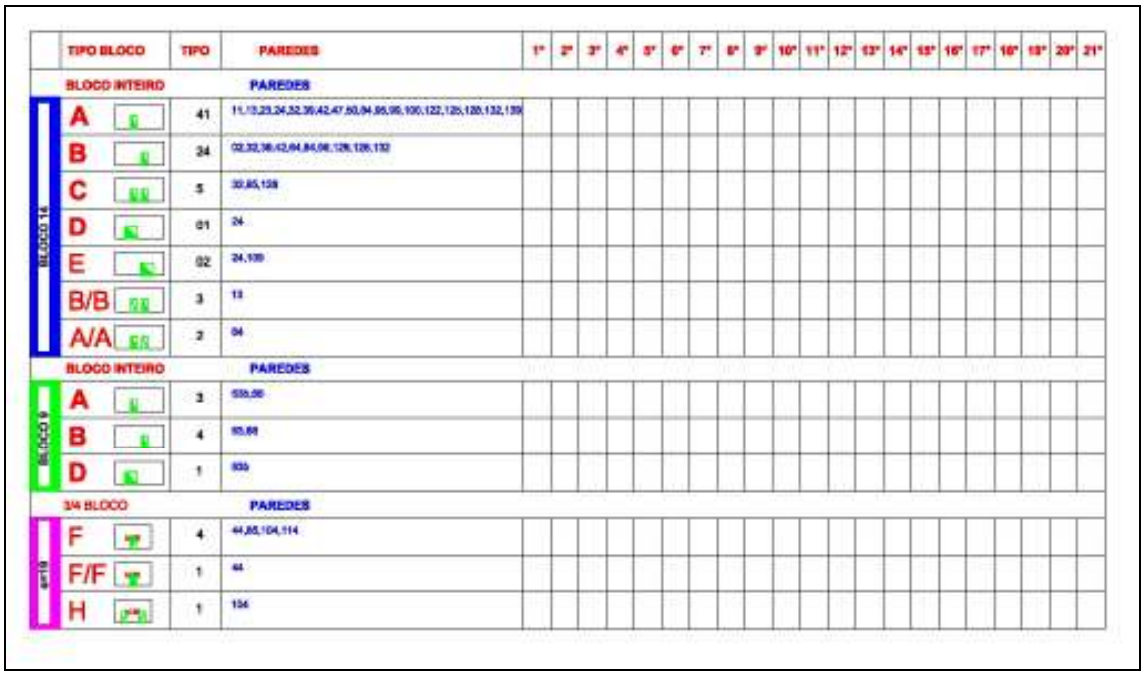
4.2.3.3 Quantitativo de Blocos Elétricos

A definição das tipologias dos blocos elétricos também deve ser feita objetivando maior produtividade dos serviços de elevação das alvenarias. É de fundamental importância, no entanto, avaliar o impacto que o posicionamento dos pontos elétricos de forma favorável à execução dos serviços pode causar no layout de arquitetura, para então definir as diretrizes a serem adotadas

A figura 4.46 corresponde à diretriz de projeto para padronização de locação de caixinhas elétricas em blocos de vedação utilizada para desenvolver o PPAV.

Figura 4.46 – Padronização da locação das caixinhas elétricas nos blocos

A informação que faz parte do caderno de fabricação de peças especiais é uma tabela que relaciona e quantifica por espessura, todos os tipos de bloco elétrico do empreendimento (A, B, C, D, E, AA e BB) para cada pavimento tipo, além de relacionar as paredes em que devem ser utilizados. O quadro apresentado na figura 4.47 ilustra a citada tabela. Esse mesmo quadro é utilizado na central de produção de blocos elétricos para acompanhamento da produção dos mesmos.



	TIPO BLOCO	TIPO	PAREDES	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°
	BLOCO INTEIRO		PAREDES																					
BLOCO 14	A	41	11,13,23,24,32,36,42,47,50,84,95,96,100,122,125,128,132,139																					
	B	34	02,32,36,42,64,84,98,126,128,132																					
	C	5	30,85,138																					
	D	01	24																					
	E	02	24,130																					
	B/B	3	13																					
	A/A	2	84																					
	BLOCO INTEIRO		PAREDES																					
BLOCO 9	A	3	530,90																					
	B	4	85,88																					
	D	1	830																					
	3/4 BLOCO		PAREDES																					
3/4	F	4	44,85,104,114																					
	F/F	1	44																					
	H	1	104																					

Figura 4.47 – Relação dos tipos de bloco elétrico para cada espessura de bloco

4.2.3.4 Projeto de Central de Produção de Blocos Elétricos

A definição do local, o dimensionamento do espaço e o número de bancadas necessárias à produção dos blocos elétricos constam no Caderno de Planejamento, que será apresentado no item 4.2.4.

No caderno de fabricação de peças especiais estão as orientações para a produção das peças, tais como: gabaritos para corte dos blocos, orientações quanto à forma de fixação das caixinhas elétricas e detalhamento das bancadas para produção dos blocos elétricos, conforme ilustrado a seguir (figura 4.48).

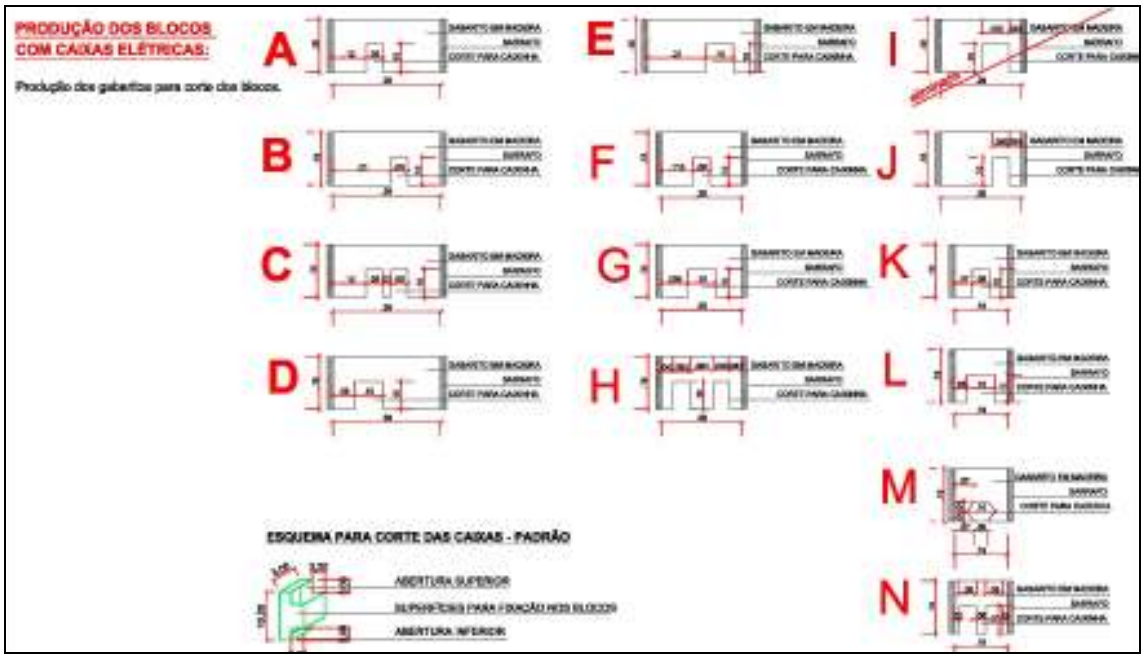


Figura 4.48 – Projeto de gabaritos para produção de blocos elétricos

Fotos 4.7 e 4.8 - Gabaritos para fabricação de blocos elétricos

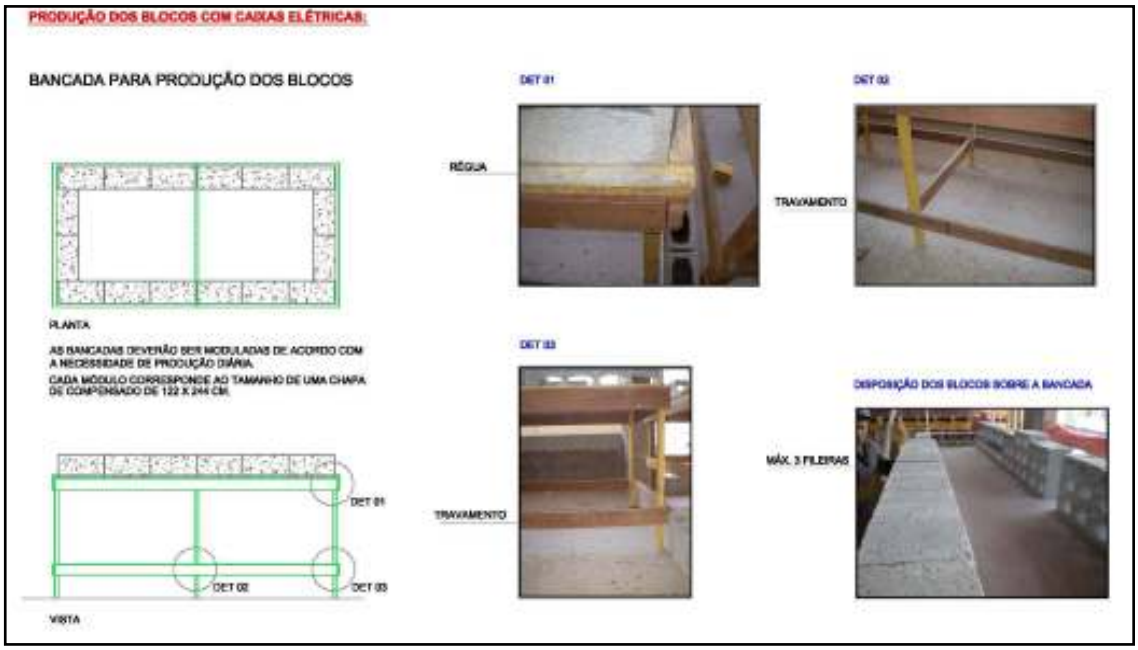


Figura 4.49 - Projeto de central de blocos elétricos

Fotos 4.9 e 4.10 – Centrais de produção de blocos elétricos

4.2.4 Grupo 4 – Caderno de Planejamento

O quarto grupo de informações proposto é formado pelo Caderno de Planejamento. No caderno de planejamento devem constar informações sobre os quantitativos totais dos materiais e componentes a serem adquiridos, a logística de armazenamento e transporte dos materiais e componentes, os equipamentos necessários, o planejamento da execução dos serviços e o dimensionamento da equipe. Para o desenvolvimento desse material são promovidas reuniões entre o

gestor de produção, engenharia de projeto e empresa de engenharia contratada para a execução dos serviços.

Alguns itens do caderno de planejamento, tais como quantitativos de blocos e telas, plantas de canteiro com dimensionamento e localização das áreas de estoque e centrais de produção podem ser disponibilizadas no momento da conclusão dos itens 4.2.1 a 4.2.3. Já os itens relativos ao dimensionamento da equipe, à sequência de execução das paredes e à programação de subida dos materiais devem ser disponibilizados à equipe após a reunião citada anteriormente. Desta forma consegue-se maior comprometimento dos envolvidos no processo.

O Caderno de Planejamento é impresso em formato A3 colorido, conforme detalhado a seguir.

4.2.4.1 Sumário de Materiais

O sumário de materiais é o primeiro item do Caderno de Planejamento a ser disponibilizado e seu objetivo é prover a informação necessária à aquisição dos blocos e telas.

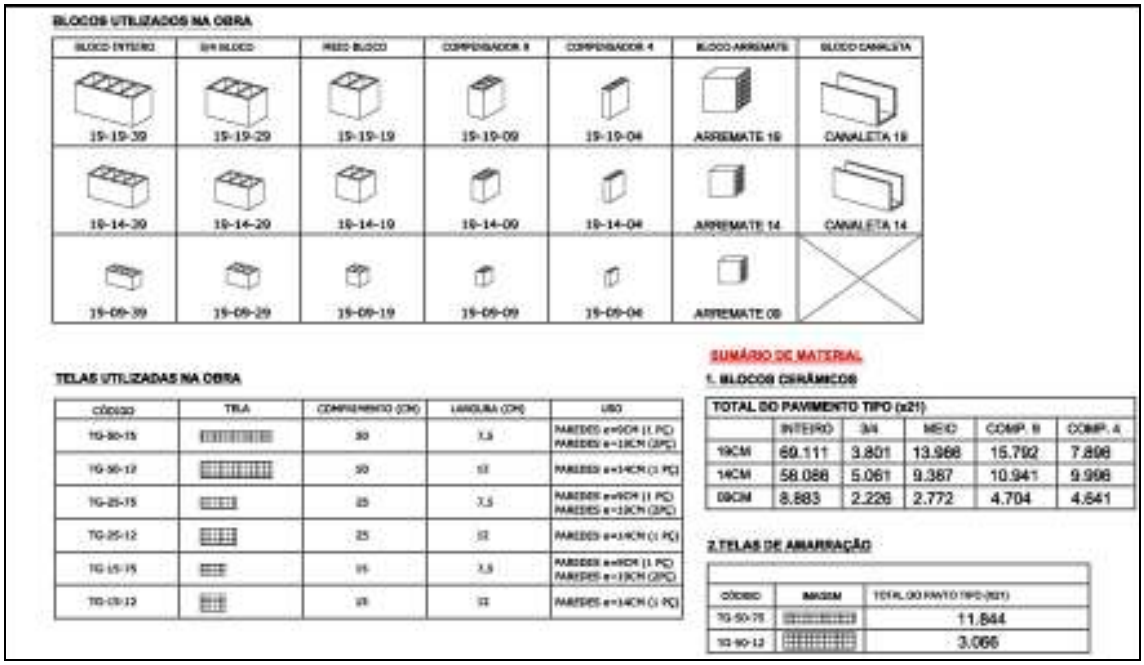


Figura 4.50 - Sumário de materiais

4.2.4.2 Disposição dos blocos para transporte e armazenagem

Em função dos equipamentos previstos para transporte de material no empreendimento, define-se a disposição dos blocos em “pallets” ou “mini pallets” e analisa-se a necessidade de se “repalletizar” os mesmos no canteiro de obras.

A figura 4.51 ilustra a disposição adotada para transporte e armazenagem de blocos cerâmicos em empreendimento cujo transporte vertical é feito através de elevador tipo cremalheira.

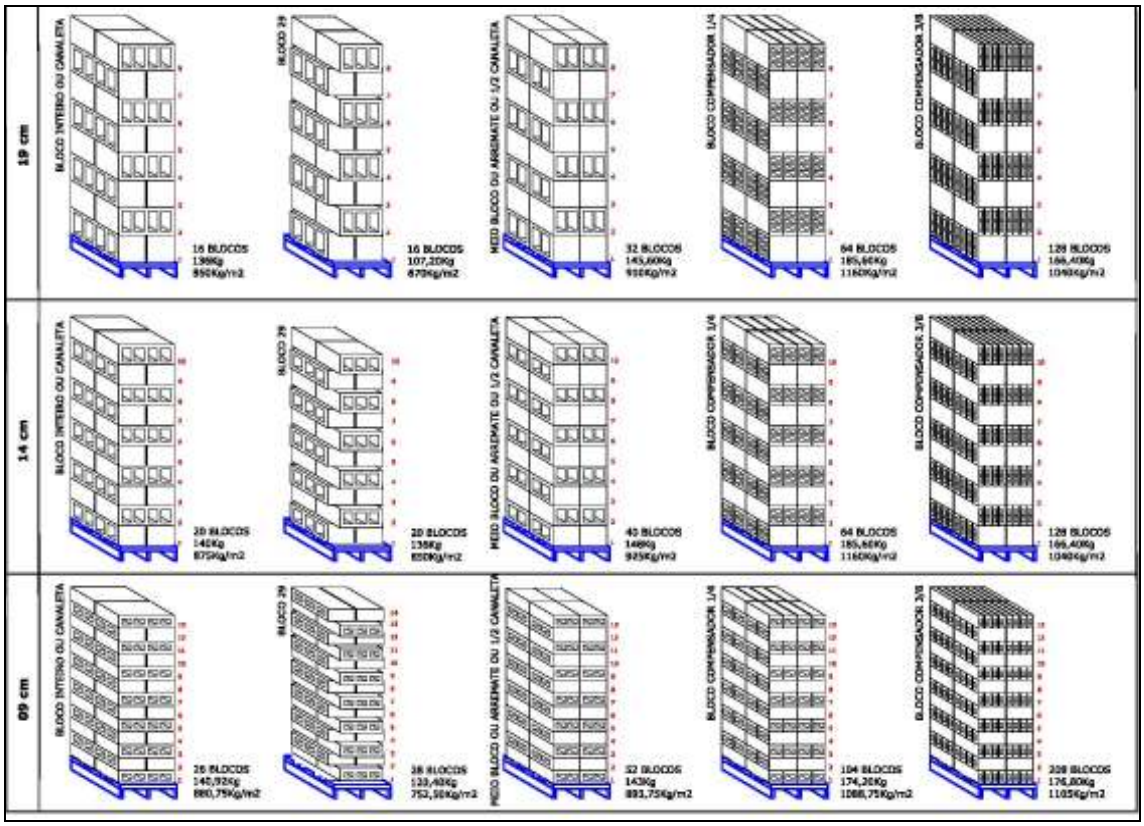


Figura 4.51 - Padronização de pallets

4.2.4.3 Quantitativos de blocos e telas por pavimento tipo

As planilhas de quantitativos de blocos e telas para o pavimento tipo, apresentadas nas figuras 4.52 e 4.53, são elementos imprescindíveis à elaboração do planejamento do transporte e distribuição dos materiais.

As informações estão divididas em total de primeira fiada, total de elevação externa (exceto primeira fiada e blocos elétricos), total de elevação interna (exceto primeira fiada e blocos elétricos) e total de blocos elétricos. Essa divisão é decorrente da estratégia de execução adotada: execução da primeira fiada do pavimento de uma só vez, para então iniciar a elevação das alvenarias externas e concluir o pavimento com a elevação das alvenarias internas. Os quantitativos de blocos elétricos estão separados, pois são transportados após seu beneficiamento na central de produção.

Caso a estratégia de execução seja outra, basta adaptar a tabela.

As figuras 4.52 e 4.53 referem-se ao quantitativo de blocos e telas do pavimento tipo.

QUANTITATIVO DE BLOCOS POR PAVIMENTO TIPO

CÓDIGO	IMAGEM	TOTAL POR PAVIMENTO TIPO		TOTAL DE PRIMEIRA FIADA		TOTAL DE ELEVAÇÃO EXTERNA sem 1ª fiada e sem bl elétrico		TOTAL DE ELEVAÇÃO INTERNA sem 1ª fiada e sem bl elétrico		TOTAL DE BLOCOS ELÉTRICOS	
		BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS
19-16-39		3277	205	408	26	681	06	1864	117	114	06
19-14-39		2736	137	256	13	18	01	2372	119	76	04
19-09-39		423	17	63	04	08	03	313	11	06	01
19-19-29		181	12	17	02	51	04	107	07	06	01
19-14-29		241	13	21	02	07	01	205	11	06	01
19-09-29		108	04	06	01	10	01	84	03	03	01
19-19-19		866	21	46	03	373	13	224	07	25	01
19-14-19		447	12	24	01	04	01	395	10	24	01
19-09-19		132	03	33	01	12	01	87	02	—	—
19-19-09		702	12	46	01	414	07	206	05	02	01
19-14-09		521	09	38	01	08	01	477	08	02	01
19-09-09		224	03	34	01	38	01	152	02	—	—
19-19-04		276	03	48	01	171	03	157	03	—	—
19-14-04		478	04	33	01	07	01	438	04	—	—
19-09-04		221	02	27	01	37	01	157	01	—	—

Figura 4.52- Quantitativo de blocos por pavimento tipo

QUANTITATIVO DE BLOCOS POR PAVIMENTO TIPO

CÓDIGO	IMAGEM	TOTAL POR PAVIMENTO TIPO		TOTAL DE PRIMEIRA FIADA		TOTAL DE ELEVAÇÃO EXTERNA sem 1ª fiada e sem bl elétrico		TOTAL DE ELEVAÇÃO INTERNA sem 1ª fiada e sem bl elétrico		TOTAL DE BLOCOS ELÉTRICOS	
		BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS	BLOCOS	PALLETS
amarrado 19		476	15	—	—	124	04	352	11	—	—
amarrado 14		464	12	—	—	—	—	464	12	—	—
amarrado 9		99	02	—	—	—	—	99	02	—	—
canaleta 19		14	01	02	01	—	—	12	01	—	—
canaleta 14		42	03	08	01	—	—	38	02	—	—

QUANTITATIVO DE TELAS DE AMARRAÇÃO POR PAVIMENTO TIPO ÍMPAR

CÓDIGO	TELA	COMPRIMENTO (CM)	LARGURA (CM)	USO	QUANTIDADE POR PAVTO
TG-50-75		50	7,5	PAREDES e=9CM (1 PÇ) PAREDES e=19CM (2PÇ)	230
TG-50-12		50	12	PAREDES e=14CM (1 PÇ)	96
TG-25-75		25	7,5	PAREDES e=9CM (1 PÇ) PAREDES e=19CM (2PÇ)	202
TG-25-12		25	12	PAREDES e=14CM (1 PÇ)	27
TG-15-75		15	7,5	PAREDES e=9CM (1 PÇ) PAREDES e=19CM (2PÇ)	132
TG-15-12		15	12	PAREDES e=14CM (1 PÇ)	23

Figura 4.53 - Quantitativo de blocos e telas por pavimento tipo

4.2.4.4 Planta do Canteiro

A Planta do Canteiro é elaborada tomando-se como base o projeto de implantação do empreendimento. A partir da análise dos acessos possíveis em conjunto com o engenheiro da obra, que já tem desenvolvido um projeto de canteiro para as etapas iniciais da obra, define-se a logística de recebimento e transporte do material no canteiro de obras. Nesse momento verifica-se a necessidade de construção de doca ou rampa para a descarga dos materiais e onde a mesma deve estar localizada.

Além disso, são definidas as áreas necessárias para estocagem dos materiais recebidos, bem como para sua transformação (centrais de produção de blocos elétricos e de elementos pré-moldados) como pode ser observado nas figuras 4.54 a 4.56 a seguir:

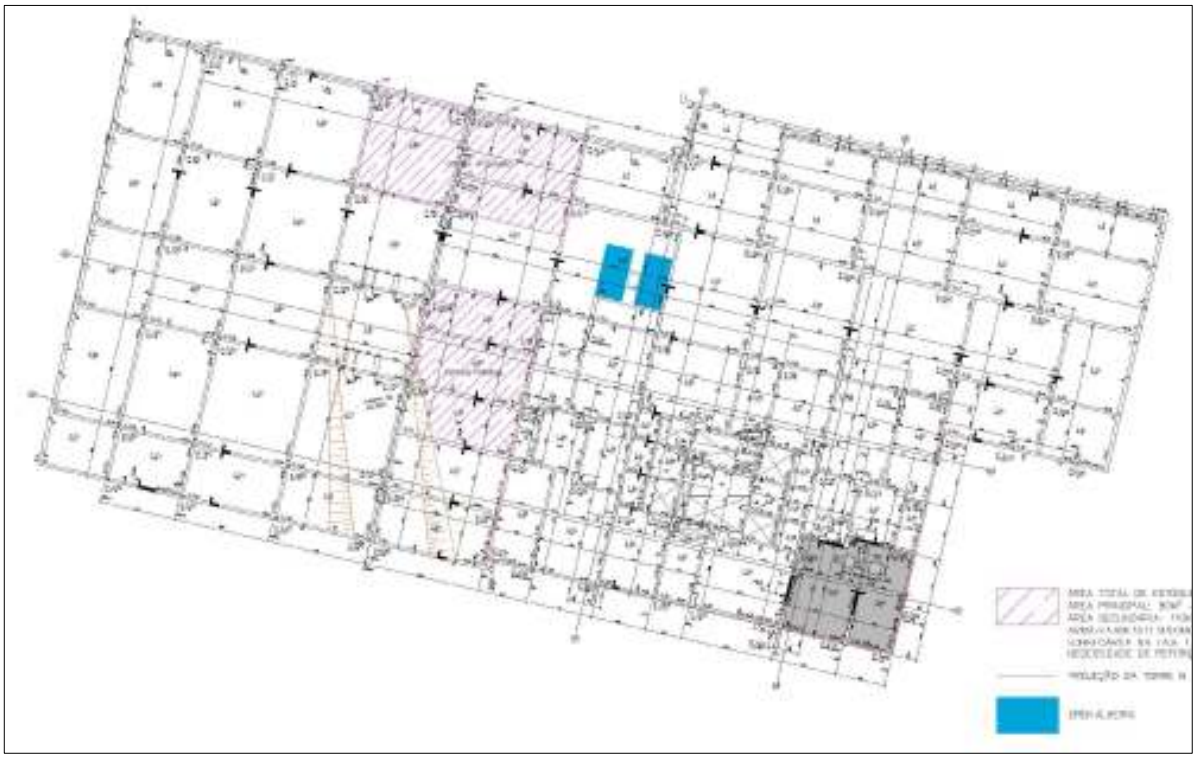


Figura 4.54- Planta de Canteiro com identificação áreas estoque e posição de cremalheira

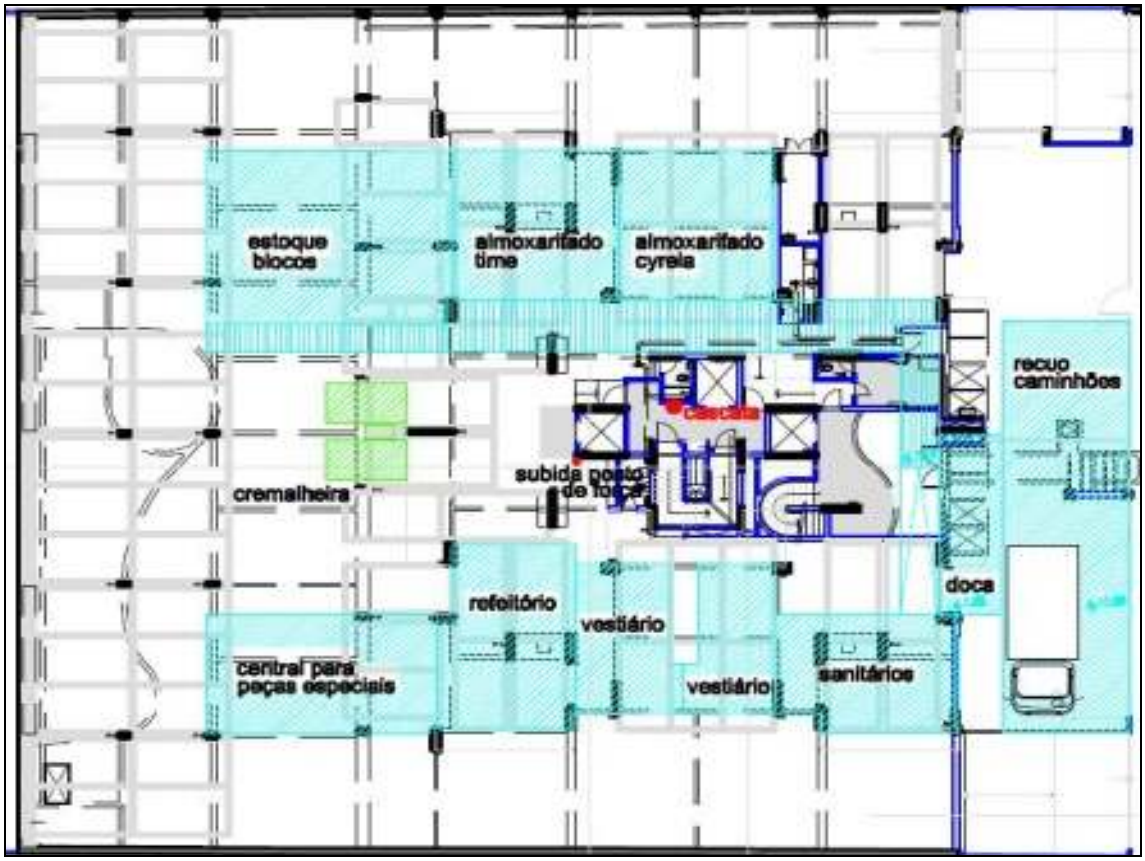


Figura 4.55 – Planta de canteiro com área de descarga, estoque e elevador cremalheira

Foto 4.11 – Descarga de material em doca projetada

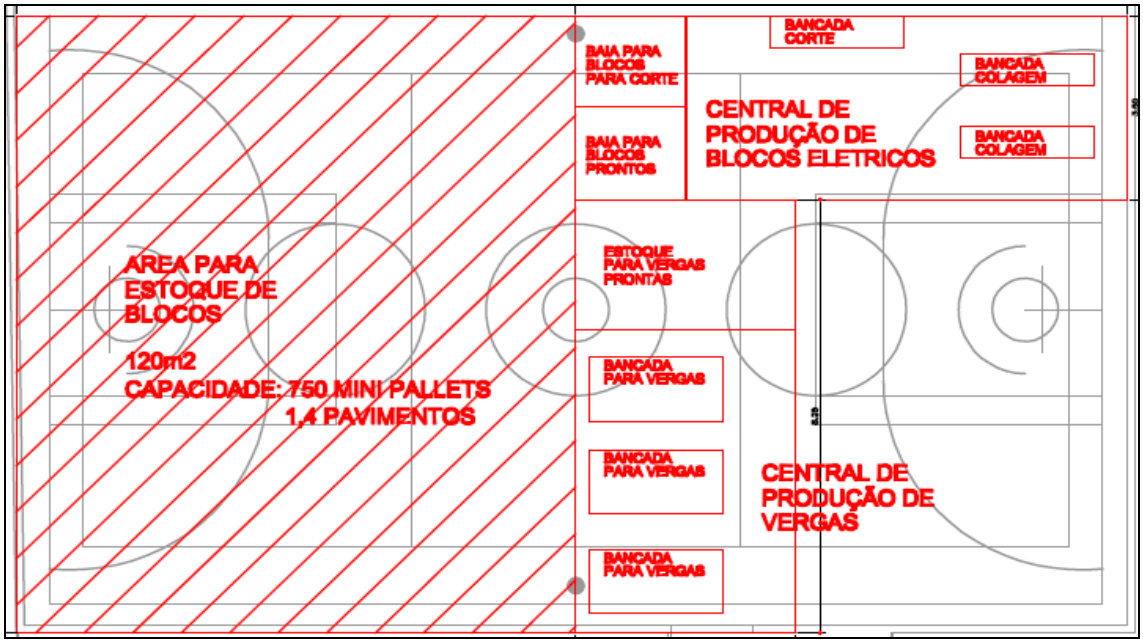


Figura 4.56 - Exemplo de áreas de estoque e centrais de produção

A área de estoque exemplificada na figura 4.56 foi dimensionada para acomodar uma quantidade de blocos correspondente a 1,4 pavimentos de alvenaria.

È importante considerar na elaboração do projeto de canteiro, principalmente nas áreas de estoque a sobrecarga utilizada no cálculo estrutural para dimensionamento do trecho da estrutura que receberá estoque. Em alguns casos pode ser necessário um escoramento adicional na laje, de forma que a mesma suporte a carga sem sofrer danos.

4.2.4.5 Planta de locação de equipamentos e estoque no pavimento tipo

A planta de locação de equipamentos e estoque no pavimento tipo indica a posição do sistema de abastecimento de água, a localização da argamassadeira, a área para armazenamento de materiais ensacados e o consumo de cimento, cal e areia para execução dos serviços de marcação, elevação e fixação das alvenarias, conforme ilustrado na figura 4.57.

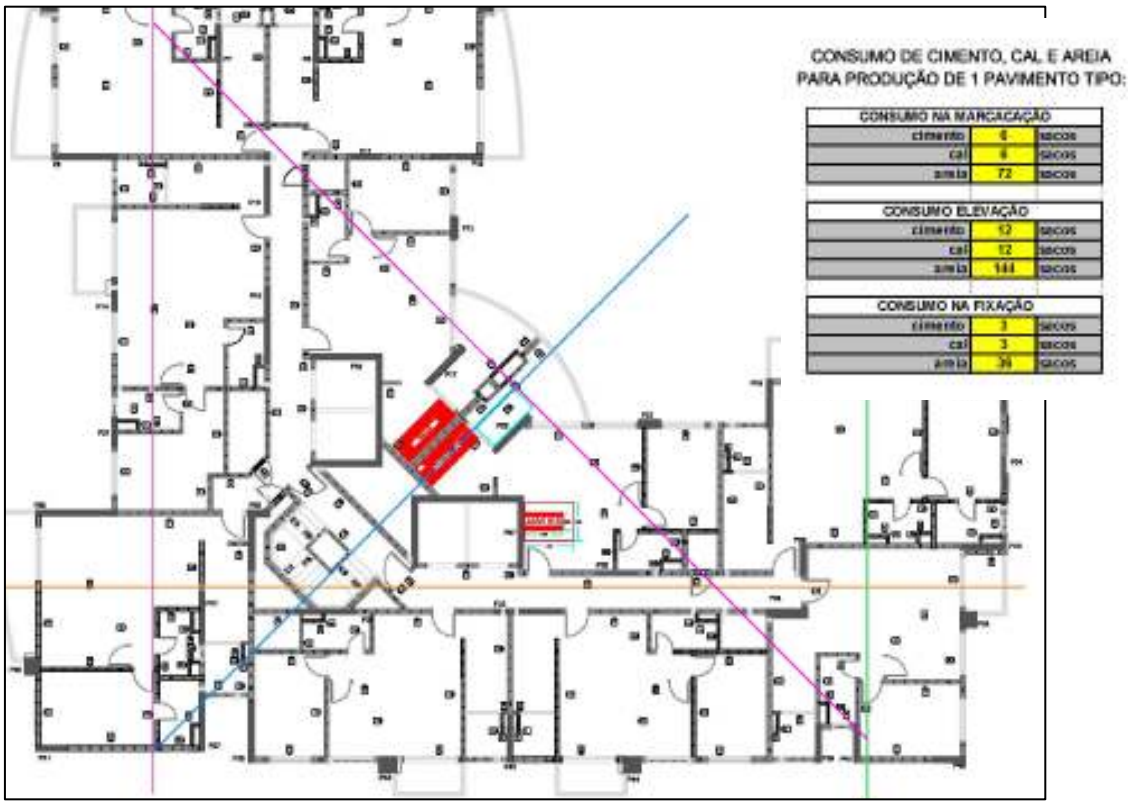


Figura 4.57 – Planta de Locação de equipamento e estoque no tipo

Foto 4.12 – Estoque de material e posicionamento da argamassadeira no pavimento tipo

4.2.4.6 Planta de distribuição da produção - Marcação

A planta de distribuição da produção – marcação indica o quantitativo de blocos que deve ser transportado ao pavimento tipo para a execução da marcação da alvenaria e de que forma os pallets devem ser distribuídos no andar.

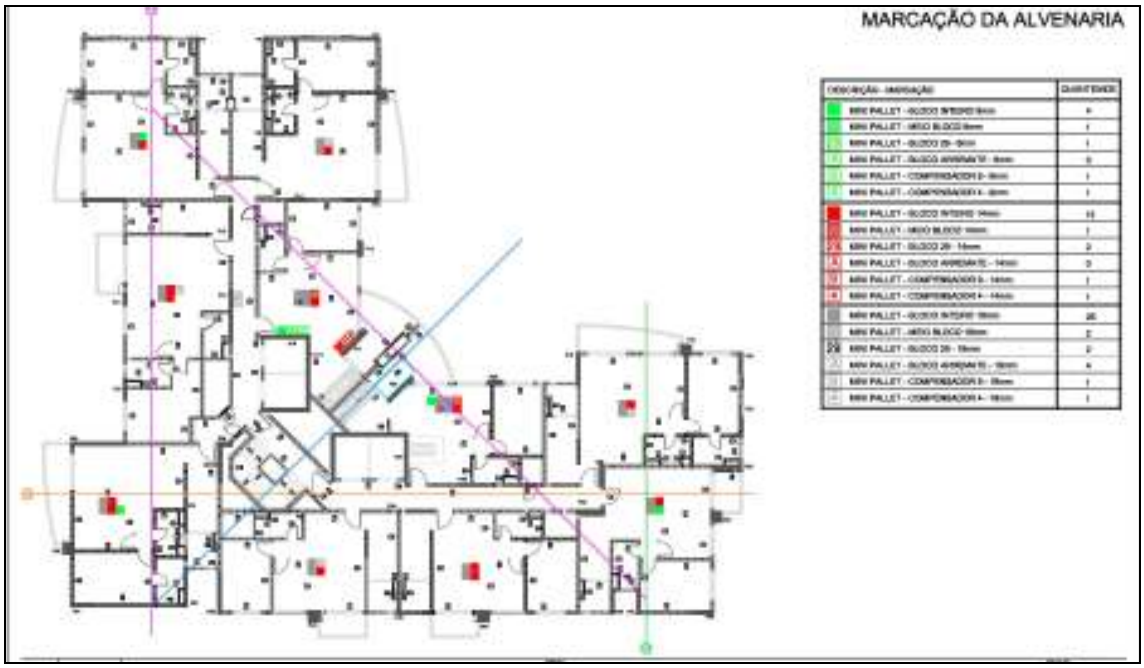


Figura 4.58– Distribuição de blocos para execução da marcação no pavimento tipo

4.2.4.7 Dimensionamento da equipe para execução dos serviços

O dimensionamento da equipe necessária à execução dos serviços deve ser feito tomando-se como base: as áreas de parede calculadas na planilha eletrônica ilustrada na figura 4.59, o conhecimento dos índices históricos de produtividade para a execução dos serviços de marcação e elevação de alvenaria de vedação e o prazo previsto para a conclusão de um pavimento tipo.

	B	C	D	E	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI
1					ÁREA TOTAL DA PAREDE (ELEVAÇÃO):	ÁREA TOTAL DA PAREDE COM REPETIÇÕES (ELEVAÇÃO):	COMPRIMENTO DOS BLOCOS						COMPRIMENTO DOS 1 FIADA POR BLOCOS						COMPRIMENTO TOTAL 1 FIADA POR PAREDE:	COMPRIMENTO TOTAL 1 FIADA POR PAREDE COM REPETIÇÕES :
2	INT / EXT	Repetições:	Par	ev			bl.29	bl.29	aresta	bl.19	bl. 10	bl. 05	bl.29	bl.29	aresta	bl.19	bl. 10	bl. 05		
3	externa	4	1	16	10,27	41,09	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	5,20	8,08	0,80	0,80	0,80	0,80	9,28	28,08
4	externa	4	1b	9	2,32	9,45	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	1,85	4,28
5	externa	4	1c	9	8,08	32,32	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,40	8,08	0,80	0,80	0,80	0,80	8,48	1,60
6	interno	4	2	16	2,25	8,04	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,80	8,08	0,80	0,80	0,80	0,85	2,08	8,28
7	interno	4	3	16	8,10	28,53	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,28	8,28	0,80	0,80	0,80	8,08	1,60	6,48
8	interno	4	4	9	8,08	0,85	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,40	8,08	0,80	0,20	0,80	0,80	8,68	2,48
9	interno	4	5	9	0,82	0,87	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	0,85	8,68	3,48
10	externa	4	6	16	9,65	38,72	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	4,80	8,08	0,80	0,80	8,08	0,85	4,88	19,80
11	externa	4	6b	9	2,32	9,45	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	1,85	4,28
12	interno	4	7	16	7,41	29,68	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,80	8,28	0,80	0,80	0,80	0,85	3,85	12,60
13	interno	4	8	16	6,20	24,79	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,28	8,28	0,80	0,80	0,80	8,08	1,85	6,68
14	interno	4	9	16	5,70	22,81	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	2,68	10,80
15	interno	4	10	16	10,17	40,68	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,68	8,68	0,80	0,20	8,08	8,08	2,68	10,80
16	interno	4	11	16	2,42	9,66	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	8,08	0,80	8,48
17	interno	4	12	16	6,55	26,21	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	2,68	10,80
18	externa	4	13	19	4,87	19,46	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,08	0,80	0,80	0,80	0,85	2,48	9,68
19	externa	4	14	19	10,63	42,58	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,28	8,08	0,80	0,80	0,80	0,85	1,85	9,08
20	externa	4	16	16	8,08	8,41	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	8,08	0,80	0,80	8,48
21	externa	4	16	9	0,32	1,28	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	0,80	8,08	8,08
22	externa	4	15	16	8,32	0,45	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	0,80	8,08	8,08
23	externa	4	15	9	1,24	4,97	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,40	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	8,68	2,68
24	externa	4	16	16	9,85	39,34	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,68	8,08	0,80	0,80	0,80	8,08	1,20	6,08
25	interno	4	17	16	9,85	39,32	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,08	0,80	0,80	0,20	0,85	2,78	8,08
26	externa	4	18	16	4,87	19,46	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,08	0,80	0,80	8,08	0,80	2,58	10,80
27	externa	4	19	16	7,84	30,14	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	3,60	8,08	0,80	0,20	0,80	0,85	3,68	15,40
28	interno	4	20	16	6,80	26,38	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,40	8,28	0,80	0,80	0,80	0,85	2,78	8,08
29	interno	4	21	9	0,82	0,87	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	0,85	8,68	3,48
30	interno	4	22	9	0,80	0,82	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,20	0,80	0,80	8,28	8,08
31	interno	4	23	16	4,80	19,20	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	2,80	8,08	0,80	0,40	0,80	0,85	2,48	9,08
32	int. elevador	4	24	16	8,58	3,83	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,40	8,08	0,80	0,80	0,80	0,80	8,48	1,60
33	externa	4	25	16	3,43	13,74	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	1,68	8,08	0,80	0,80	8,08	0,80	1,20	6,08
34	interno	4	26	16	2,47	9,85	0,80	8,08	0,20	0,20	8,08	8,08	0,80	8,08	0,80	0,80	0,80	8,08	0,80	8,48

Original | Original ELEV | 1ª fiada | legendas

Pronto | Microsoft Excel - Quantitativo de blocos de vedaÃÃÕes- podium

Figura 4.59 – Tabela de Cálculo de quantitativos de paredes e blocos

A equipe dimensionada para a execução das alvenarias de vedação do pavimento tipo do empreendimento cujo projeto ilustra esta proposta é composta de 4 pedreiros e 2 ajudantes, além do “marcador”(pedreiro responsável pela locação da alvenaria e pela execução da primeira fiada).

Foram consideradas como premissas ao dimensionamento, produtividades médias de alvenarias externas e internas (40 m2/homem/dia- alvenarias externas e 30 m2/homem/dia – alvenarias internas) e prazo de cinco dias úteis para execução do pavimento.

4.2.4.8 Planta de distribuição geral da produção

A planta de distribuição geral da produção define, dentro do ciclo de produção adotado, a seqüência executiva das paredes, por dia de produção.

O exemplo a seguir (Figura 4.60), ilustra uma estratégia executiva em que se inicia o fechamento dos andares pelas alvenarias externas, para garantir a segurança dos trabalhadores (1º dia e parte do 2º dia), partindo num segundo momento para início das alvenarias internas e fechamento de escada (2º dia) e então para a execução das demais alvenarias internas caminhando dos pontos mais distantes em direção ao elevador cremalheira (3º ao 5º dia). As últimas paredes a serem elevadas são as que completam as alvenarias externas das proximidades do elevador cremalheira.

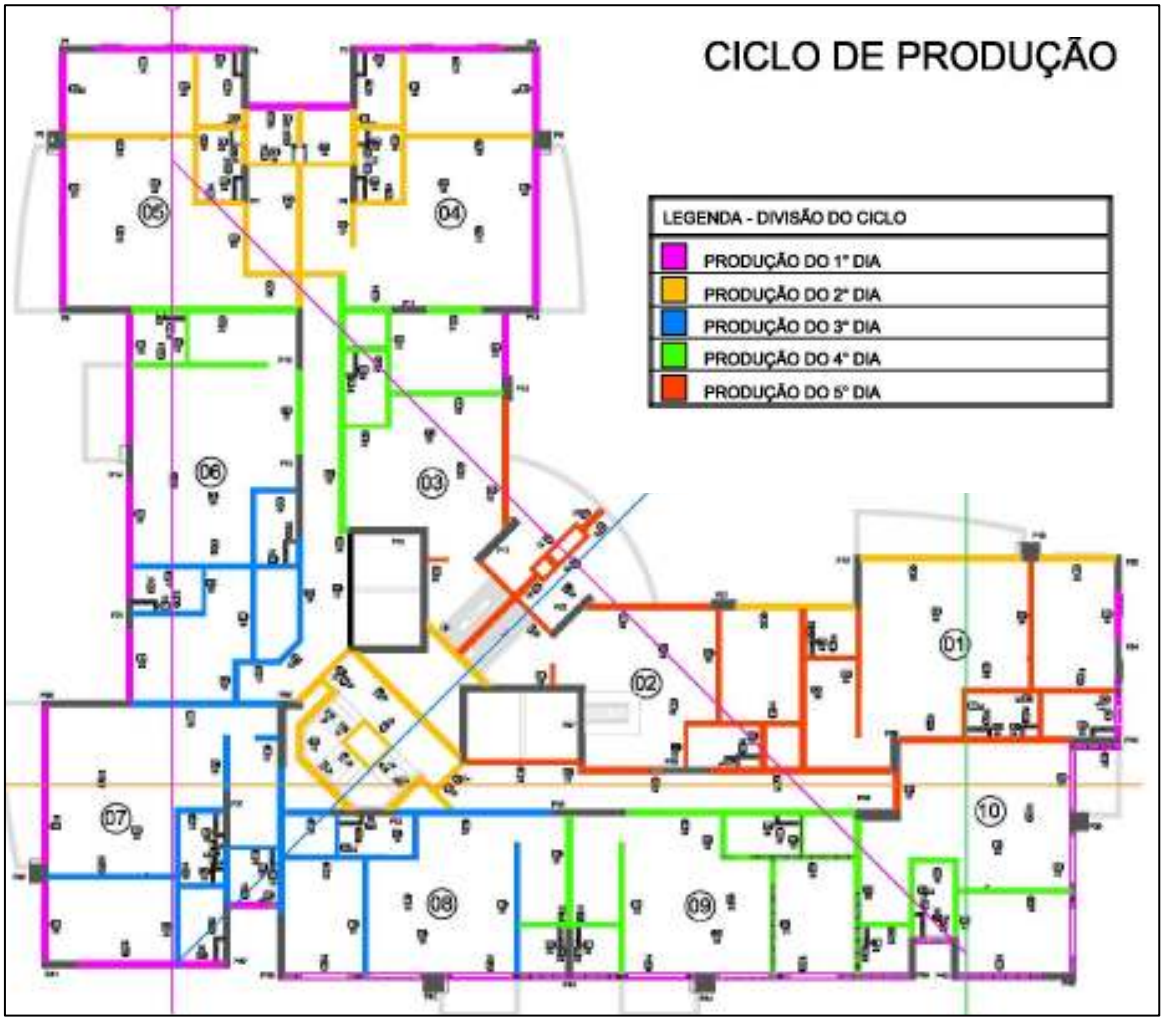


Figura 4.60 – Detalhamento do ciclo de produção do pavimento tipo

4.2.4.9 Plantas de distribuição da Produção

A partir da planta de distribuição geral da produção, propõe-se o desmembramento em diversas plantas de distribuição da produção. Essas plantas identificam as paredes a serem executadas em cada dia do ciclo de produção, os materiais necessários à sua execução e a posição em que devem ser armazenados no pavimento tipo.

As figuras 4.61 e 4.62 ilustram a planta de distribuição da produção do primeiro e do quarto dia do ciclo acima apresentado.

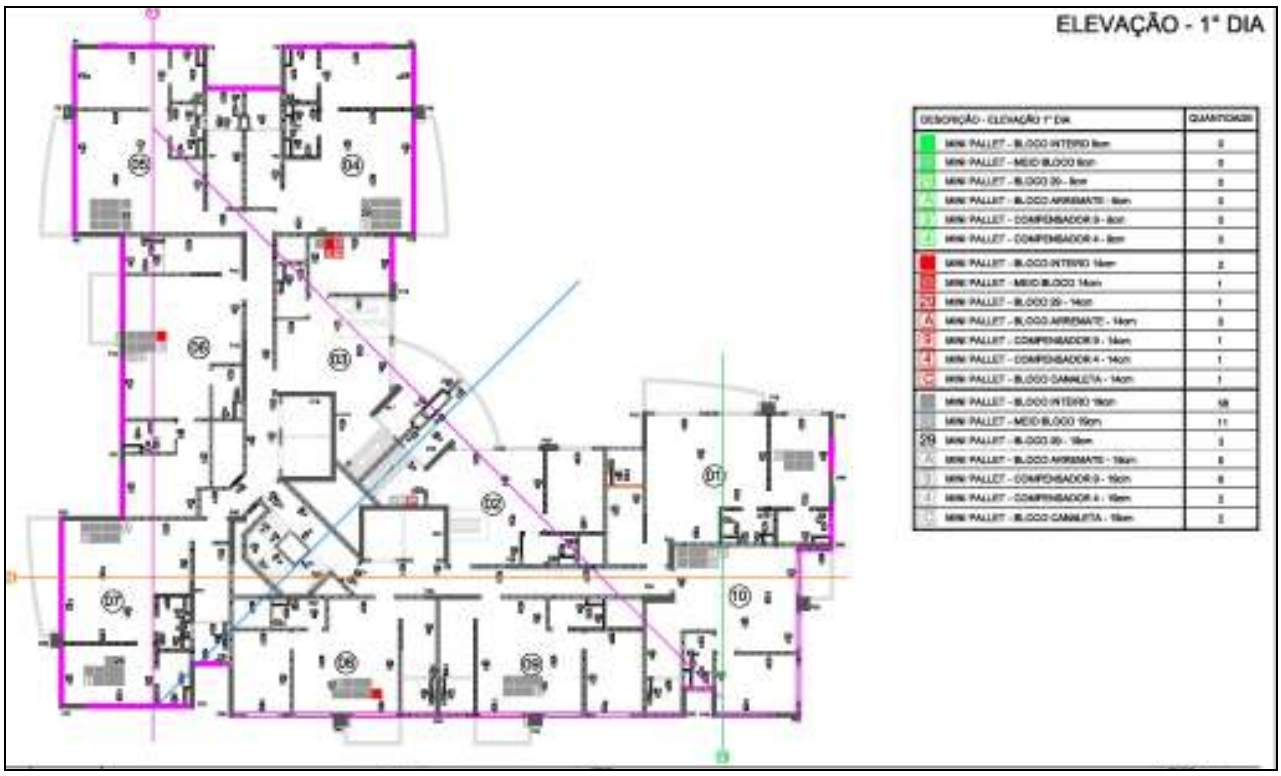


Figura 4.61 – Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets -1º dia

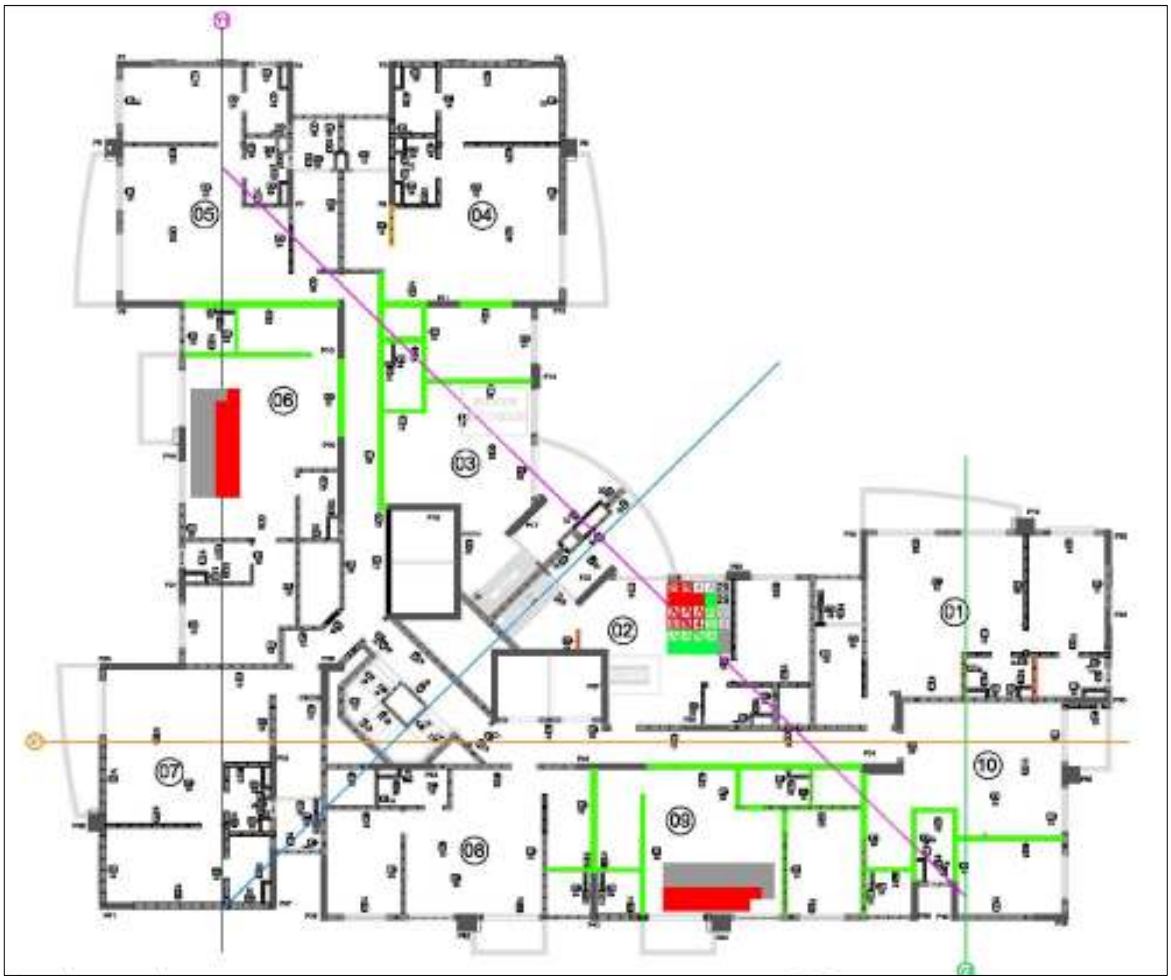


Figura 4.62 – Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets – 4º dia

Na figura 4.63 pode-se ver a relação de pallets necessários à produção das alvenarias do quarto dia do ciclo de produção

DESCRIÇÃO - ELEVAÇÃO 4º DIA	QUANTIDADE
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 9cm	4
MINI PALLET - MEIO BLOCO 9cm	1
MINI PALLET - BLOCO 29 - 9cm	1
MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 9cm	4
MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 9cm	1
MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 9cm	0
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 14cm	32
MINI PALLET - MEIO BLOCO 14cm	3
MINI PALLET - BLOCO 29 - 14cm	2
MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 14cm	3
MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 14cm	2
MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 14cm	1
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 19cm	36
MINI PALLET - MEIO BLOCO 19cm	2
MINI PALLET - BLOCO 29 - 19cm	2
MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 19cm	1
MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 19cm	2
MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 19cm	1

Figura 4.63 – Detalhe ampliado da relação de pallets – 4º dia

A foto 4.13 corresponde à elevação de alvenaria no quarto dia do ciclo.

Foto 4.13 – Execução de paredes – 4º dia

Pode-se optar por abastecer o pavimento com material suficiente para mais de um dia de produção. Essa decisão deve ser tomada em função do espaço disponível para estoque e movimentação no pavimento tipo e do estudo logístico de transporte vertical do empreendimento.

Nesses casos reduz-se o número de plantas desenvolvidas, pois são agrupados os dias do ciclo. As informações referentes a quantidades de pallets e materiais e sua distribuição são ilustradas conforme a figura 4.64.

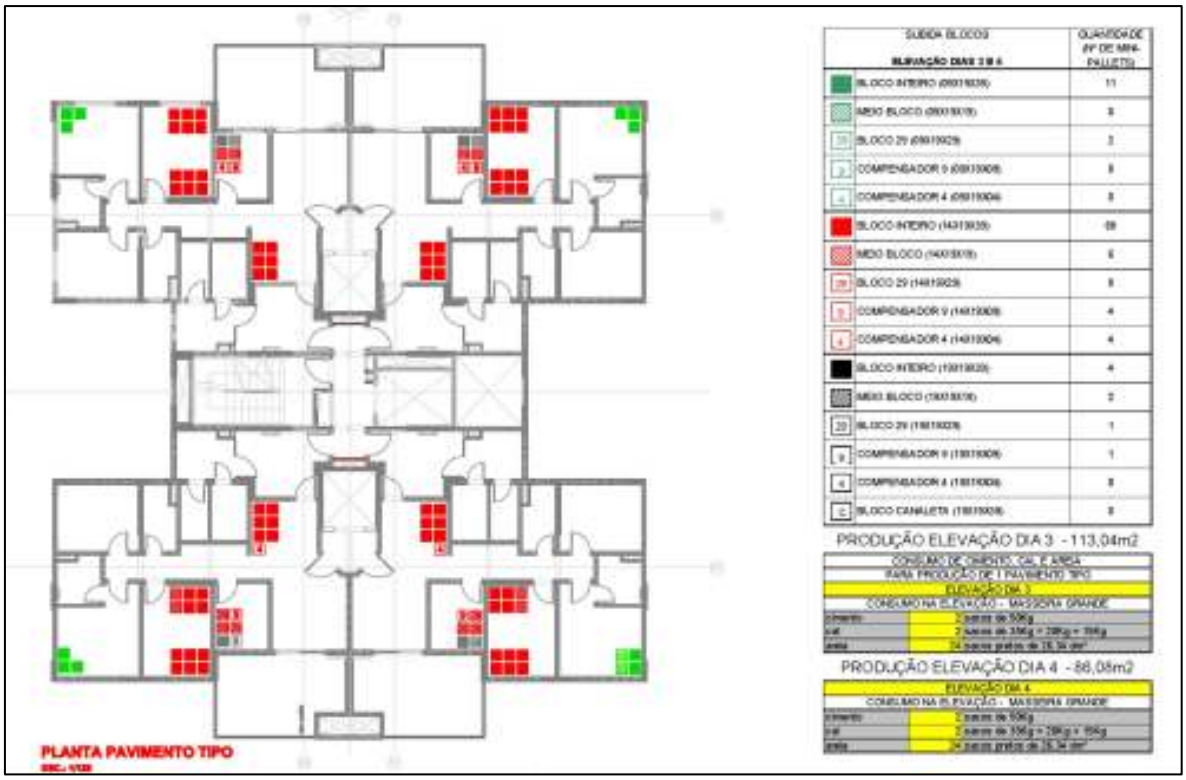


Figura 4.64 – Identificação das paredes a serem executadas e distribuição dos pallets

A foto 4.14 ilustra a posição dos pallets no pavimento tipo conforme detalhe ampliado da planta de distribuição da produção (Figura 4.65)

Foto 4.14 – Distribuição pallets

Figura 4.65 – Detalhe ampliado

No que se refere aos blocos elétricos, após sua produção no canteiro de obra, os mesmos são repalletizados e preparados para o transporte vertical. Os pallets correspondentes aos blocos elétricos são identificados em planta à parte e seu transporte para o pavimento tipo é feito após a marcação da alvenaria, podendo coincidir com a subida dos materiais necessários ao primeiro dia de produção.

A figura 4.66 ilustra o número de pallets de blocos elétricos necessários à execução do pavimento tipo e a posição em que devem ser estocados.

DESCRIÇÃO - BLOCO ELÉTRICO	QUANTIDADE
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 6mm	1
MINI PALLET - MEIO BLOCO 6mm	0
MINI PALLET - BLOCO 29 - 6mm	1
MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 9mm	0
MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 9mm	0
MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 9mm	0
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 14mm	4
MINI PALLET - MEIO BLOCO 14mm	2
MINI PALLET - BLOCO 29 - 14mm	1
MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 14mm	0
MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 14mm	1
MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 14mm	0
MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 19mm	7
MINI PALLET - MEIO BLOCO 19mm	1
29 MINI PALLET - BLOCO 29 - 19mm	1
A MINI PALLET - BLOCO ARREMATE - 19mm	0
9 MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 19mm	1
4 MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 19mm	0

Figuras 4.66 e 4.67 – Identificação dos pallets de blocos elétricos

4.2.5 Caderno de Monitoramento da Produção

O Caderno de Monitoramento da Produção é composto por Plantas de Acompanhamento da Produção das alvenarias dos pavimentos tipo (figura 4.68), Tabelas de acompanhamento da Produção de Peças Especiais (foto 4.15), Tabelas de Controle de Qualidade e Aceitação dos Serviços (figura 4.70).

4.2.5.1 Planta de Acompanhamento da Produção

Analogamente à produção industrial, para que se obtenha eficiência na produção, é necessário proceder ao monitoramento do processo, avaliando a aderência dos resultados reais aos objetivos traçados no planejamento inicial. Está proposto o registro diário das informações referentes ao ciclo produtivo da alvenaria de vedação em caderno em formato A3, com uma folha específica para cada pavimento tipo, conforme figuras 4.68 e 4.69. Na parte superior direita da folha está identificado o número do pavimento e para cada dia do ciclo de produção há espaço para o preenchimento da data, do número de operários disponíveis e da sobra de material no andar (se houver).

O objetivo é detectar o mais cedo possível quaisquer desvios que possam existir e agir rapidamente sobre os problemas encontrados, evitando que uma decisão tardia possa impactar negativamente no desempenho físico-financeiro e técnico do empreendimento.

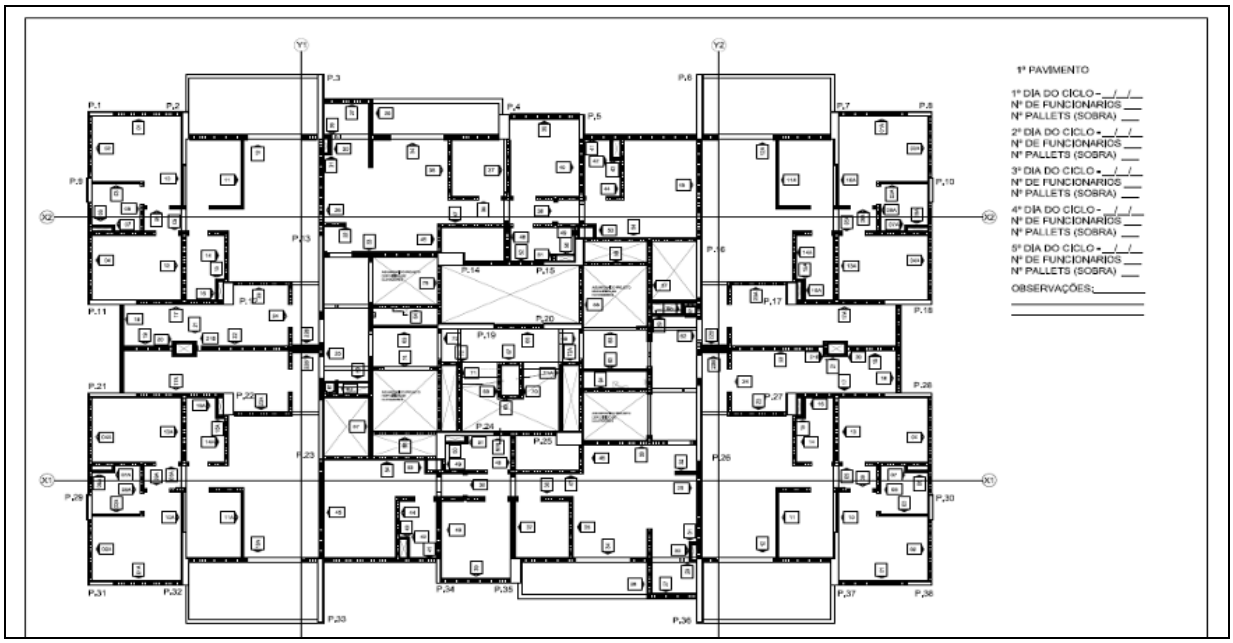


Figura 4.68 – Planta de acompanhamento da produção

Na figura 4.69 pode-se observar o preenchimento realizado pela equipe de obra da planta de acompanhamento da produção do pavimento tipo do empreendimento escolhido.

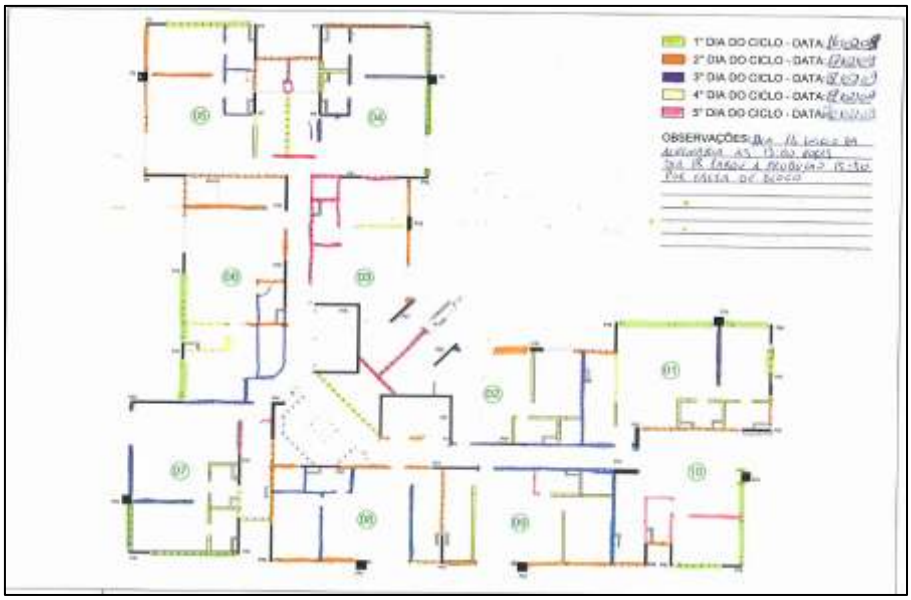


Figura 4.69 - Planta de acompanhamento da produção preenchida

4.2.5.2 Tabelas para Acompanhamento da Produção de Peças Especiais

A tabela apresentada a seguir faz parte do caderno de fabricação de peças especiais mostrado anteriormente e é utilizada durante a produção dos blocos elétricos. A foto 4.15 ilustra o controle de produção dos blocos elétricos, que é a Relação dos tipos de bloco elétrico para cada espessura de bloco preenchida.

Foto 4.15 – Controle de produção de blocos elétricos

Uma planilha análoga deve ser desenvolvida para vergas e contravergas

4.2.5.3 Tabelas de Controle de Qualidade e Aceitação dos serviços

Conforme citado no item 4.2.5, fazem parte do caderno de monitoramento da produção as tabelas de controle de qualidade e aceitação dos serviços de alvenaria de vedação. Essas tabelas englobam desde as condições necessárias ao início dos serviços até sua conclusão.

As figuras 4.70 a 4.72 ilustram as tabelas de aprovação da marcação, elevação e fixação das alvenarias de vedação.

SERVIÇO: **MARCAÇÃO DA ALVENARIA (1A FIADA)** | **PAVIMENTO:** | **TORRE:** | **MODIFICADO?** ☐ sim ☐ não

INÍCIO DO SERVIÇO: / / | **RESPONSÁVEL:**

FASES PARA VERIFICAÇÃO

Pronto para o início dos serviços?	Equipamentos no pavimento?		Materiais no pavimento?
☐ Estrutura liberada	☐ Colher	☐ Régua metálica de 2 m	☐ Blocos
☐ Chapisco executado	☐ Linha	☐ Nível laser	☐ Massa de assentamento
☐ Tubulação embutida liberada	☐ Esquadro	☐ Nível alemão	
☐ Prumadas executadas	☐ Trena 5 m	☐ Paletes	
☐ Abastecimento de água	☐ Trena 30m	☐ Carro plataforma para transporte de paletes	
☐ Projeto disponível	☐ Caixote de massa	☐ Prumo de face	
☐ Protótipo de alvenaria realizado		☐ Argamassadeira próxima	

ACEITAÇÃO	AMOSTRA	COMO CONFERIR?	TOLERÂNCIA	APROVAÇÃO		☹ o que fazer?
Medição a partir dos eixos	100%	trena	± 3 mm	☺	☹	
Preencheu de massa e apertou o bloco da extremidade contra a parede?	1 parede por apartamento	visual	-	☺	☹	
Nivelamento da fiada	100%	nível alemão / laser	± 3 mm	☺	☹	
Prumo dos blocos de extremidade	1 parede por apartamento	prumo de face	-	☺	☹	
Preenchimento das juntas verticais	100%	visual	-	☺	☹	
Embutimento da mangueira	100%	visual	-	☺	☹	
Conferência do esquadro	100%	esquadro	± 3 mm	☺	☹	
Vãos de portas	100%	trena	± 3 mm	☺	☹	
Alinhamento da fiada	1 parede por apartamento	régua	± 3 mm	☺	☹	
Limpeza / terminalidade	100%	visual	-	☺	☹	

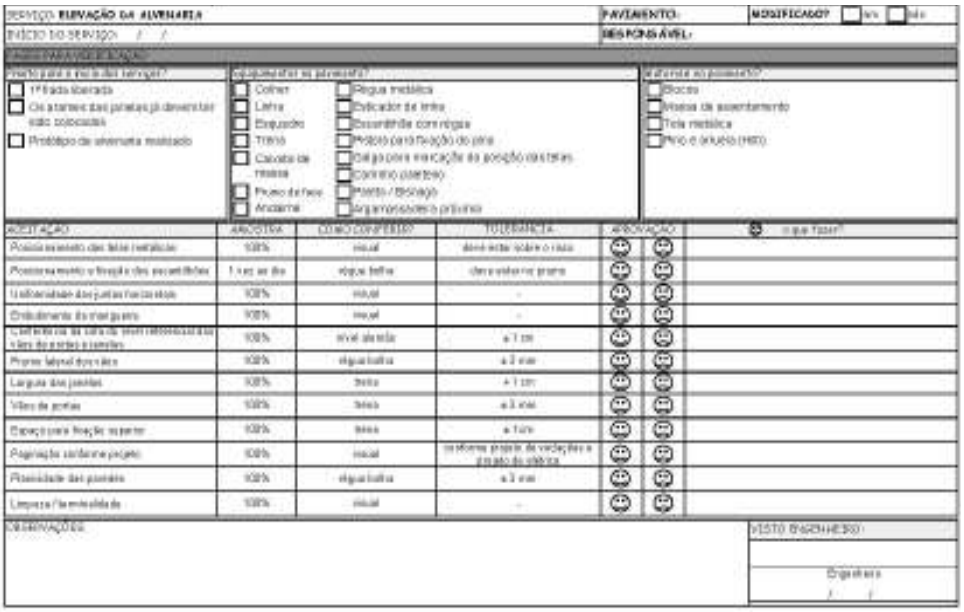
OBSERVAÇÕES:

VISTO ENGENHEIRO:

Engenheiro

/ /

Figura 4.70 – Tabela de controle e aceitação dos serviços de marcação



SERVIÇO: ELEVAÇÃO DA ALVENARIA | PAVIMENTO: | MODIFICADO? sim não
INÍCIO DO SERVIÇO: / / | RESPONSÁVEL:

FASES PARA VERIFICAÇÃO

Prontos para o início dos serviços?
- 1ª fiada liberada
- Os arames das prateleiras já devem estar estão colocados
- Protótipo de alvenaria realizado

Equipamentos no pavimento?
- Colher
- Linha
- Esquadro
- Trena
- Caixote de massa
- Prumo de fios
- Andaime
- Régua metálica
- Esticador de linha
- Escantilho com régua
- Molde para fixação do pino
- Calço com marcação da posição das telas
- Carrinho (carrinho)
- Martelo / Bisnaga
- Argamassadeira pequena

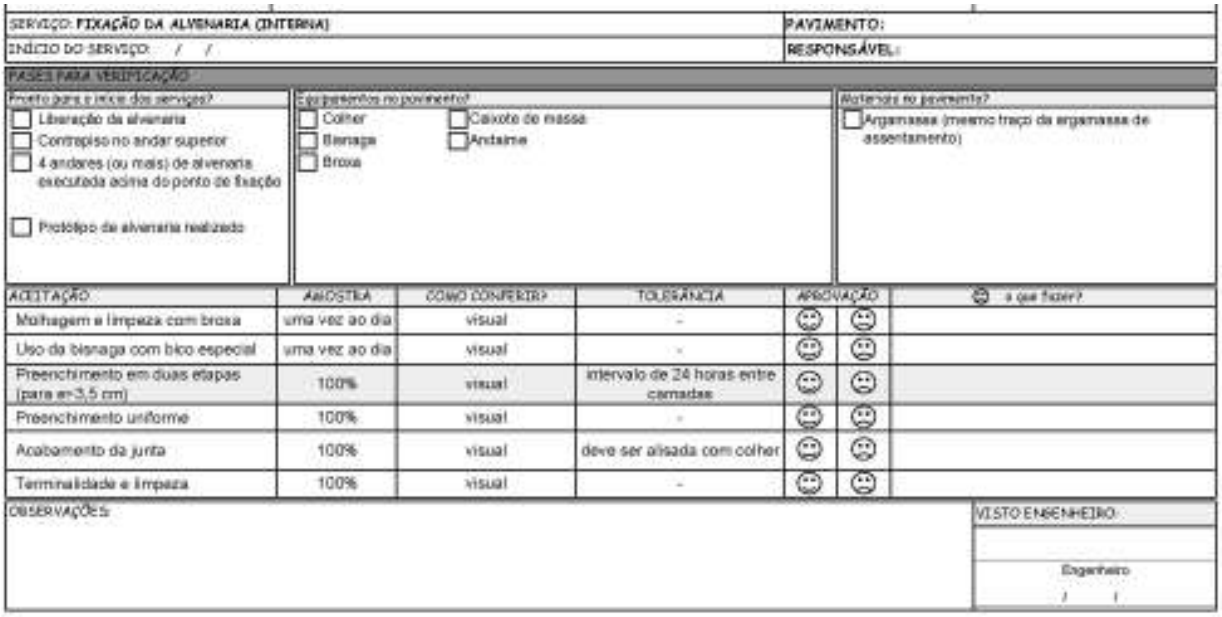
Materiais no pavimento?
- Blocos
- Massa de assentamento
- Tela metálica
- Pino e arame (fito)

ACEITAÇÃO	AMOSTRA	COMO CONFERIR?	TOLERÂNCIA	APROVAÇÃO		o que fazer?
Posicionamento das telas metálicas	100%	visual	deve estar sobre o caixa			
Posicionamento e fixação dos escantilhões	1 vez ao dia	régua bella	deve estar no prumo			
Uniformidade das juntas horizontais	100%	visual	-			
Endurecimento da argamassa	100%	visual	-			
Uniformidade da altura entre elementos e das vãos de portas e janelas	100%	nível de mão	± 1 cm			
Prumo (alinhamento) dos vãos	100%	régua bella	± 2 mm			
Largura das paredes	100%	trena	± 1 cm			
Vãos de portas	100%	trena	± 3 mm			
Espaço para fixação superior	100%	trena	± 1cm			
Paginação conforme projeto	100%	visual	conforme projeto de vedações e projeto de elétrica			
Planicidade das paredes	100%	régua bella	± 3 mm			
Limpeza / terminalidade	100%	visual	-			

OBSERVAÇÕES:

VISTO ENGENHEIRO:
Engenheiro
/ /

Figura 4.71 – Tabela de controle e aceitação dos serviços de elevação



SERVIÇO: FIXAÇÃO DA ALVENARIA (INTERNA) | PAVIMENTO:
INÍCIO DO SERVIÇO: / / | RESPONSÁVEL:

FASES PARA VERIFICAÇÃO

Prontos para o início dos serviços?
- Liberação da alvenaria
- Contrapiso no andar superior
- 4 andares (ou mais) de alvenaria executada acima do ponto de fixação
- Protótipo da alvenaria realizado

Equipamentos no pavimento?
- Colher
- Bisnaga
- Broxa
- Caixote de massa
- Andaime

Materiais no pavimento?
- Argamassa (mesmo traço da argamassa de assentamento)

ACEITAÇÃO	AMOSTRA	COMO CONFERIR?	TOLERÂNCIA	APROVAÇÃO		o que fazer?
Molhagem e limpeza com broxa	uma vez ao dia	visual	-			
Uso da bisnaga com bico especial	uma vez ao dia	visual	-			
Preenchimento em duas etapas (para e=3,5 cm)	100%	visual	intervalo de 24 horas entre camadas			
Preenchimento uniforme	100%	visual	-			
Acabamento da junta	100%	visual	deve ser alisada com colher			
Terminalidade e limpeza	100%	visual	-			

OBSERVAÇÕES:

VISTO ENGENHEIRO:
Engenheiro
/ /

Figura 4.72 – Tabela de controle e aceitação dos serviços de fixação

4.3 PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE GESTÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DOS PPAV.

Implantar o PPAV proposto neste trabalho, de forma a garantir que o mesmo cumpra o papel a que está destinado de ***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 dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados,*** não é tarefa simples, pois exige uma mudança cultural na forma de empreender e construir.

Para que se obtenha êxito, sua implantação tem que ocorrer de forma diversa à prática adotada no mercado de construção civil, em que o projeto é desenvolvido sem a participação dos responsáveis pela produção, não contempla planejamento e logística de produção e é entregue à equipe de obra, que contrata um empreiteiro de mão de obra para execução dos serviços.

É necessário definir como será a gestão da implantação do projeto, desde o momento em que é tomada a decisão de implantar o PPAV, passando pelas etapas de desenvolvimento do projeto, implantação no canteiro de obras, acompanhamento e aceitação dos serviços de alvenarias de vedação até a avaliação do seu desempenho do sibsistema.

Optou-se por detalhar as etapas que constituem os passos iniciais a partir da tomada de decisão pela implantação dos PPAV até sua implantação inicial no canteiro de obras.

A figura 4.73 define os momentos de atuação e as responsabilidades dos agentes envolvidos na implantação do PPAV, indicando passos a serem seguidos em cada um dos momentos citados.

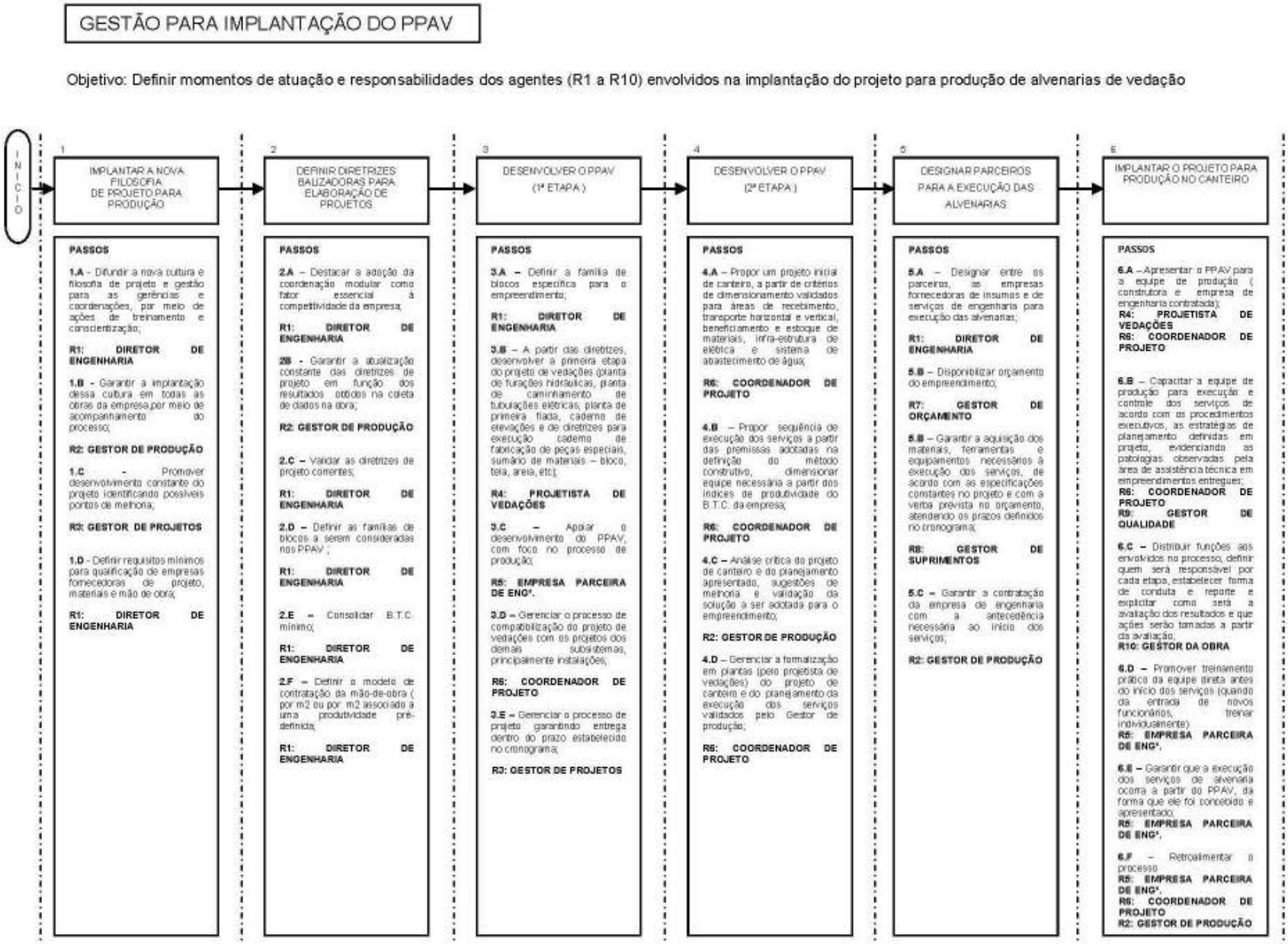


Figura 4.73 – Gestão para implantação do PPAV

Conforme se pode observar na figura 4.73, o primeiro passo para a implantação do PPAV proposto é a disseminação da nova filosofia de projeto para produção pelo diretor de engenharia da empresa. Para tal são sugeridas ações iniciais de treinamento e conscientização focadas na alta gerência da empresa (gestores de obra, projeto, suprimentos e orçamentos), que serão os multiplicadores e os responsáveis por garantir a implantação do PPAV junto a suas equipes.

Simultaneamente, a diretoria define os requisitos mínimos necessários à qualificação de empresas fornecedoras de projeto, de materiais e mão-de-obra, buscando parcerias com empresas de engenharia ao invés de empreiteiros de mão-de-obra.

No momento seguinte são definidas as diretrizes balizadoras para a elaboração dos projetos. A adoção da coordenação modular como diretriz básica e fator essencial à competitividade da empresa é item de destaque. A atualização das diretrizes ocorre a partir de resultados obtidos em canteiros de obra (transmitidos pelo gestor de produção) e a partir de desenvolvimentos tecnológicos; a cada ciclo de melhoria. É responsabilidade de gestor de projetos promover o desenvolvimento contínuo das diretrizes. A validação das diretrizes é responsabilidade da diretoria de engenharia, que consolida um banco de tecnologia construtiva mínimo.

A definição do modelo de contratação dos serviços também é feita nesta etapa.

O desenvolvimento do projeto para a produção de alvenarias de vedação ocorre no momento seguinte à definição das diretrizes balizadoras e está dividido em duas etapas, conforme descrito a seguir:

A primeira etapa refere-se ao desenvolvimento do conteúdo de projeto referente aos grupos 1 a 3 apresentados no item 4.2. Esse desenvolvimento é feito a partir da definição da família de blocos a ser utilizada no empreendimento, pela empresa de projeto contratada, com o apoio da empresa parceira de engenharia que executará a obra e sob gerenciamento do coordenador de projetos.

A segunda etapa tem como foco a definição do planejamento da execução dos serviços, que compõe o grupo 4 do PPAV : Caderno de planejamento.

O coordenador de projetos faz uma proposta inicial de projeto de canteiro, de sequência de execução dos serviços de alvenaria no pavimento tipo e um dimensionamento inicial de mão-de-obra, a partir de critérios de dimensionamento, de premissas técnicas e de índices de produtividade constantes no B.T.C. da empresa.

O projeto inicial de canteiro contempla áreas de recebimento, beneficiamento e estoque, dimensionamento de transporte vertical e horizontal, infra-estrutura elétrica e abastecimento de água.

O gestor de produção analisa criticamente o projeto de canteiro e o planejamento inicial, apresenta sugestões de melhoria e valida a solução a ser adotada no empreendimento. A partir dessa validação faz-se a consolidação das informações no projeto (coordenador de projetos) e disponibiliza-se o mesmo para a área de produção.

O momento seguinte é dedicado a designar os parceiros para a execução dos serviços. É designado pelo diretor de engenharia o parceiro para a execução de determinado empreendimento. Esse parceiro recebe o PPAV e elabora sua proposta de prestação de serviços. O gestor de produção é responsável por garantir que a contratação da empresa de engenharia parceira e a requisição dos materiais, ferramentas e equipamentos ocorram com a antecedência necessária ao início dos serviços e o gestor de suprimentos deve garantir as aquisições dentro do custo previsto em orçamento e no prazo constante em cronograma.

A implantação do PPAV no canteiro de obras ocorre após as contratações necessárias da seguinte forma :

A empresa de projeto para produção, junto com o coordenador de projetos apresenta o PPAV para a equipe de produção. Em seguida é feita uma capacitação da equipe de produção, pelo coordenador de projeto e gestor de qualidade, para execução e controle dos serviços de acordo com os procedimentos executivos e as estratégias de planejamento definidas, ressaltando patologias observadas pela área de assistência técnica em empreendimentos entregues.

O gestor da obra distribui funções aos envolvidos no processo, definindo claramente responsabilidades, escopo de trabalho, reporte e forma de avaliação de resultados. Nesse momento devem ficar claras que ações serão tomadas a partir da avaliação dos resultados.

A responsabilidade de promover o treinamento prático da equipe de mão-de-obra antes do início dos serviços é da empresa de engenharia contratada. Da mesma forma, é de responsabilidade da empresa parceira de engenharia garantir que a execução dos serviços de alvenaria ocorra a partir do PPAV, da forma como ele foi concebido e apresentado.

Para que se complete o ciclo do PDCA é de fundamental importância a retroalimentação. São responsáveis por retroalimentar o processo: a empresa parceira de engenharia, o gestor de produção e o coordenador de projeto.

Configura-se um formato de gestão com a participação efetiva dos envolvidos nos momentos necessários.

A experiência de desenvolvimento e a implantação efetiva de PPAV, seguindo a estrutura proposta no item 4.2 deste capítulo, em diversos empreendimentos da construtora C3, possibilitaram não apenas o envolvimento dos diversos agentes do processo de produção de alvenarias de vedação, mas também a integração entre os mesmos.

O conhecimento do processo completo, dos objetivos que se pretende atingir, das necessidades das partes envolvidas e a aproximação dos agentes que acontece de forma natural devido à gestão do processo, torna clara a necessidade de se buscar o melhor resultado do todo, em detrimento da otimização das partes.

A implantação do projeto para produção do subsistema alvenaria de vedação, que conforme citado anteriormente, é um subsistema que ocupa posição estratégica no edifício devido à sua interface com parte significativa dos demais subsistemas da

edificação, induziu o nascimento de uma visão sistêmica no que se refere à construção do empreendimento.

Consequentemente, a introdução de um PPAV como proposto neste trabalho provoca a retroalimentação de todas as partes envolvidas para todas as partes, no menor prazo possível, o que implica na identificação de melhorias contínuas resultantes das demandas identificadas na implantação do PPAV. Essas melhorias podem se referir a outros subsistemas da edificação, ao processo construtivo, aos métodos construtivos, a técnicas de execução dos serviços, a diretrizes de projeto, entre outras. Isso não ocorre quando o Projeto para Produção Tradicional é implantado.

Propõe-se consolidar o conhecimento adquirido através de um sistema de informações sobre tecnologia construtiva, denominado BTC – Banco de Tecnologia Construtiva, que deve ser composto por documentação técnica, escopos e diretrizes de projeto e procedimentos de gestão.

Melhado(1994) define Banco de Tecnologia Construtiva como “um sistema permanentemente atualizado contendo informações, na forma gráfica ou escrita, relativas a características próprias da tecnologia construtiva utilizada, parte integrante do sistema geral de informações da empresa e disponível para uso nas atividades de projeto”.

Devem fazer parte do BTC diretrizes para desenvolvimento de projetos das várias especialidades, prescrições ou recomendações para especificação de materiais e serviços e detalhes construtivos.

Melhado (1994) destaca que, a forma de utilização e o conteúdo do BTC variam de acordo com a configuração tecnológica em que está inserido o processo de projeto.
Por exemplo, no caso das empresas construtoras que utilizam processo construtivo tradicional, o banco de tecnologia é formado através de coleta e organização de informações oriundas da utilização do projeto na área de produção, e tem como objetivo orientar a seleção de alternativas para as especificações e para os detalhes necessários à elaboração do projeto.

Por outro lado, se é feita a opção de utilização de sistemas construtivos inovadores, o BTC deve conter um conjunto de informações essenciais, critérios e restrições próprias do sistema, capazes de orientar a concepção e o detalhamento do projeto com base nos requisitos da tecnologia escolhida.

A partir da identificação e análise dos possíveis desdobramentos decorrentes da implantação do PPAV proposto neste trabalho, constatou-se na prática a capacidade da alvenaria de vedação de influenciar o planejamento e a organização da produção da obra.

São exemplificados no apêndice alguns itens relacionados com alvenarias de vedação que devem compor o BTC proposto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último capítulo apresenta as considerações finais referentes ao trabalho de pesquisa.

São apresentadas as conclusões da pesquisa, as influências e dificuldades previstas no processo de implantação de projetos para a produção de alvenarias de vedação, no contexto das empresas construtoras de edifícios residenciais multipavimentos, e ainda, algumas sugestões para a continuidade de pesquisas relativas à Industrialização da Produção.

Pode-se dizer que o trabalho atingiu o objetivo principal de apresentar a estrutura para um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento da eficiência na produção.

As definições apresentadas para Projeto para Produção: de ***"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 dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados***" e para Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação de: **"*ferramenta que define totalmente e de forma sistêmica as atividades necessárias para produzir as alvenarias de vedação, possibilitando a execução dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos*",** enfatizam que o conceito proposto é inovador, quando comparado às práticas atuais do mercado de construção civil habitacional de São Paulo.

Da mesma forma, do ponto de vista da revisão bibliográfica, o trabalho desenvolvido agrega os itens de planejamento, logística e controle da produção, elementos fundamentais à composição de um projeto para produção, que apesar de serem citados na bibliografia disponível, não se apresentavam desenvolvidos.

Por se tratar de uma nova forma de condução do processo a ser introduzida na construção de edifícios residenciais multipavimentos do mercado imobiliário, identificou-se a necessidade de propor um procedimento de gestão para sua implantação, de forma a elucidar as responsabilidades dos líderes e orientar em que momento as ações devem ser tomadas.

O procedimento proposto prevê uma fase inicial de implantação da filosofia na empresa como um todo, cuja responsabilidade é do diretor de engenharia. A partir daí o gestor de produção é responsável por garantir a implantação do PPAV em todos os canteiros da empresa. Uma segunda fase refere-se à definição de diretrizes balizadoras para elaboração de projetos, que também tem grande participação da diretoria. Durante o desenvolvimento do PPAV (terceira fase), há participação intensiva da empresa de projetos contratada, do coordenador de projetos, da empresa parceira de engenharia e do gestor de produção, de forma a produzir um projeto inteiramente voltado à tecnologia construtiva adotada pela empresa, que atenda prazos e custos definidos. A implantação do PPAV no canteiro, após a definição dos parceiros para execução dos serviços, requer capacitação da equipe através de treinamento prévio e comprometimento grande da equipe de produção. É fundamental que o gestor de obra distribua as funções aos envolvidos no processo, definindo responsabilidades, formas de conduta e reporte e explicite como será feita a avaliação dos resultados e a tomada de ações decorrente dos mesmos. Destaca-se a importância da retroalimentação do processo a partir das figuras do gestor de produção, da empresa parceira de engenharia e do coordenador de projeto.

Baseado nos conceitos de produção industrial, que conjugam tomadas de decisão sistêmicas, por profissionais capacitados e em momentos anteriores à produção, o PPAV proposto neste trabalho, quando implementado, exercerá influência sobre a estruturação das equipes de produção.

O conceito é detalhar exaustivamente as soluções antes das mesmas serem disponibilizadas para execução dos serviços na obra, de forma a eliminar a tomada de decisões em campo. Em função desse processo é que o controle vai ser definido. Como conseqüência, o perfil dos profissionais que atuarão em canteiro de obras,

monitorando a produção por ocasião da execução dos serviços deve sofrer mudanças significativas.

O objetivo é fazer correto e não aceitar o que já foi feito. Para isso é necessário um “controller” de processo e não um encarregado de serviços. Esse controller tem que agir no momento em que as falhas de projeto são detectadas, corrigi-las e retroalimentar as demais áreas.

Caso seja mantida a estrutura tradicional vigente nas obras a tendência é não haver praticamente mudança.

Da mesma forma a qualificação das empresas participantes deve se restringir a empresas fornecedoras de serviços de engenharia ao invés de empreiteiras de mão-de-obra, que tenham profissionais capacitados para se utilizar de ferramentas de planejamento e controle.

O segundo objetivo, de ilustrar a estrutura proposta através de exemplos reais de implantação do PPAV em empresa construtora atuante no mercado da construção civil habitacional também foi atingido. Essa afirmação pode ser facilmente comprovada através da análise do material gerado.

Complementarmente, o aprofundamento e a análise integrada das alvenarias de vedação e dos subsistemas com os quais a mesma tem interface, levaram à identificação do impacto natural que a implantação do PPAV pode exercer nos demais subsistemas da edificação e à proposição de ações para desenvolvimento desses subsistemas.

Ao se analisar o fluxo do projeto a partir de uma ótica sistêmica, é possível identificar os macroprocessos que precisam ser desenvolvidos.

A análise das características e necessidades da indústria da construção civil apresentadas, complementadas com informações obtidas nas pesquisas desenvolvidas por esta autora e tomando-se como base a gestão industrial, que se configura pela definição completa do produto e do processo de fabricação do

mesmo, antes de se iniciar qualquer atividade produtiva, levou esta autora à reflexão expressa a seguir:

O desenvolvimento de uma ferramenta que possibilitasse a integração de todos os agentes envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento, desde a sua concepção até o pós entrega e, além disso, proporcionasse mecanismos para uma produção planejada e controlada, seria de grande importância para a transformação da situação atual da indústria da construção civil.

Essa ferramenta citada acima seria um Projeto para Produção do Empreendimento, que agruparia as informações do projeto do produto, do projeto para produção, do projeto do processo, do planejamento e da gestão da produção de todos os subsistemas que fazem parte do edifício.

Desta forma seria possível planejar toda a produção do edifício antecipadamente ao início dos serviços e antever problemas potenciais de sua execução e solucioná-los ainda na fase de projetos, eliminando de vez as tomadas de decisão descentralizadas e as improvisações em canteiros de obra no momento da execução, agregando assertividade em custos, prazos e qualidade. Denomina-se essa forma de gestão de *Gestão pelo Projeto*.

Entenda-se *Gestão pelo Projeto* a definição prévia dos principais serviços que afetam a produção, a interface entre os mesmos, o planejamento de sua execução, as técnicas e métodos construtivos a serem adotados, a logística de produção e os equipamentos utilizado; tudo isso definido durante o desenvolvimento dos demais projetos com a participação dos projetistas de várias especialidades, dos projetistas de produção, dos coordenadores de projeto e da equipe de obras, eliminando de vez as decisões e improvisações de obra.

Analisando a complexidade de se implantar a gestão pelo projeto atualmente nos edifícios habitacionais no Brasil, uma vez que seria necessário o detalhamento e padronização das centenas de processos construtivos de todos os subsistemas que compõem o edifício, recomenda-se iniciar o processo pelos subsistemas de maior influência na edificação, promovendo desta maneira inovações incrementais.

A autora espera que os leitores compreendam que o primeiro passo na busca da industrialização na construção civil é um exercício de reflexão sobre o atual processo de produção, seguido de uma visão sobre a necessidade premente de mudanças. A saída para aumentar a eficiência do processo de produção de edifícios é a decisão de mudar efetivamente a forma como o mesmo é conduzido, encarando as deficiências existentes no processo sem os preconceitos que carregamos por fazermos parte desse processo. Vencida essa inércia inicial, o caminho poderá ser acidentado no início, mas ficará livre para muitas conquistas e realizações.

Por fim são apresentadas sugestões para desenvolvimento de trabalhos referentes ao tema. As sugestões englobam revisões de manuais, revisão de normas, desenvolvimento de agentes da cadeia produtiva e trabalhos de pesquisa acadêmica futuros, conforme relacionado a seguir:

- Revisão do Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Vedações Verticais e Revestimentos,
- revisão de Norma Brasileira de Execução de alvenarias
- capacitação dos arquitetos para desenvolvimento da concepção de projetos com enfoque na construtibilidade e no desempenho
- desenvolvimento de uma metodologia para implantação da Gestão pelo Projeto;
- implementação piloto de Projeto para Produção do Empreendimento em empresa construtora baseada na metodologia desenvolvida;
- análise de custos e benefícios da implementação da Gestão pelo Projeto no desenvolvimento e construção de edifícios residenciais habitacionais;
- definição de indicadores para mensuração do nível de industrialização em canteiros de obra baseados no porcentual de decisões tomadas no momento da execução dos serviços em relação ao total de decisões;

REFERÊNCIAS

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

AQUINO, J.P.R.; MELHADO, S. B. **Perspectivas da utilização generalizada de projetos para produção na construção de edifícios.** In: WORKSHOP NACIONAL: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais;** São Carlos: EESC/USP, 2001.

ARAÚJO, LUÍS OTAVIO COCITO DE. **Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria**. São Paulo, 2000. XXp. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil

BALLARD, Glenn, **Managing Work Flow on Design Projects**. In CIB W96 Architectural Management. Atlanta, USA – May 2000.

BARROS, Mercia M.S.B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BARROS,M.M.S.B. **O processo de produção das alvenarias racionalizadas**.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 a. p.21-48

BARROS,M.M.S.B**. O desafio da implantação de inovações tecnológicas no sistema produtivo das empresas construtoras**.In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (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.249-285

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

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer**. 2.ed. Austin: 1987. (CII publication, n. 83-1)

DALY, J. *et al*. A hierarchy of evidence for assessing qualitative health research. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 60, p. 43 – 49, 2007.

DANTAS, M. M.. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** São Paulo, 2006. p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil

DAVISON, C.H. **Industrialized Construction – A Co**mmentary. In: Industrialization in Concrete Building Construction. Detroit, American Concrete Institute, 1975. p.1-6 Special Publication SP-48.

DUEÑAS PEÑA, M. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** São Paulo: 2003. 160p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

DUEÑAS PEÑA, M.; FRANCO, L.S. **Método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria.**São Paulo: Escola Politécnica/ USP, 2004. (BT/PCC/363)

Engeneering and Architectural Engeneering, Penn State University. University Park,P.A 16802, USA .2002 (p.1353-1359).

E- CORE – European Construction Research Network 2005. **Strategy for Construction RTD**. www.e-core.org, consulta realizada no site em março 2010.

FABRICIO, Márcio M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. São Paulo, 2002. 329p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FABRICIO, Marcio M.; MELHADO, Silvio B. **O Papel do Projeto para Produção na Construção de Edifícios**. In: Seminário Internacional. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo – NUTAU. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FABRÍCIO, M. M. ; MELHADO, S. B. **Projeto Simultâneo e a Qualidade ao Longo do Ciclo de Vida do Edifício**. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade, 2000, Salvador. Anais em CD-ROM: UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, Salvador, 2000.

FADDA,E.A. **A Indústria de Construção Naval : Uma Abordagem estratégica.**2006

FOSTER,J.S. **Structure and fabric – part 1**. London, B.T.Batsford, 1973.

FRANCO,L.S**. O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais.**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 a. p.95-112.

FRANCO,L.S. **O projeto 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.

FRANCO, L.S.; AGOPYAN,V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo, EPUSP, 1993. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/94)

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

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P.E. **Qualidade: cada erro tem seu preço**. Trad. de Vera M.C. Fernandes Hachich. Téchne, n.1, p.32-4, nov/dez.1992.

HAWKINS, GLENN. **Site Productivity – A guide to the uptake of improvements.** Reino Unido. BRSIA (Building Services Research and Information Association) TN13/2002.

JOHN,V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto**: novos passos para o planejamento de qualidade em produtos e serviços. Trad. de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1992.

KAMEI, Cynthia Galvão; FRANCO, Luiz Sérgio. Projeto Para Produção – Uma Discussão sobre o Fluxo e Processos de Projeto. Artigo do *Workshop* Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001.

LAUFER, A. **On site performance improvement programs**. Journal of Construction Engeneering and Management, v. 111, n.1, p.82-97, Mar. 1985

LUCINI.H.C**. Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias**. São Paulo: Pini, 2001

MACIEL, L. L. **O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada.** 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTUCCI, R.. **Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio?** 1990. Tese (Doutorado) – faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Produtividade: **A chave do desenvolvimento acelerado no Brasil**. São Paulo, março 1998. Mc Kinsey Brasil.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.A.F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios.** São Paulo, EPUSP, 1992. (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/02)

MELHADO, S. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo: 1994. 294p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S.B.& FABRICIO, M.M. **Projeto da Produção e Projeto para Produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos**. In: Anais do VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Florianópolis, 1998.(v.II,p.731-738)

MELHADO,S.B.et al. **Coordenação de Projetos de edificações**. 1ª edição. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 115p.

O´CONNOR, J.T.; RUSCH, S. E.; SCHULZ, M. J. Constructability concepts for engineering and procurement. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.2, p.235-8. June 1987.

ORDONEZ, J.A.F.et al. **Pre-fabrication – teoria y pratica**. Barcelona, Editores técnicos Associados, 1974.V.1.

ORLANDI, S.A.F.. São Paulo, EPUSP/ DECC,1979. Apostila. **A Industrialização da Construção: Alguns Conceitos Voltados para o Edifício Atual**

ROSSO, T. **Racionalização da Construção**. São Paulo:FAUUSP,1980.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos**: formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo: 1989. 321p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F.H. **A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial**.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.p.01-19

SABBATINI, F.H. Workshop – **O projeto na produção de edifícios**. 2006. São Paulo.

SCHRAMM, F.K. **O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social.** Rio Grande do Sul, 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. – Programa de Pós Graduação.

SLACK,N. et.al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997

SINDICATO DAS EMPRESAS (SECOVI-SP). Manual **de Escopo de Projetos e Serviços de Vedações Verticais e Revestimentos**. 2008. Acesso ao site **www.secovi.com.br** em julho 2009.

SILVA, M.A.C.; SOUZA,R. **Gestão do processo de projeto de edificações**.1ª. edição. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.181p.

SILVA, Margarete Maria de Araujo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. São Paulo, 2003.167p. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

SILVA, M.A.C. **Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com emprego do conceito de custos ao longo da vida útil.** São Paulo: 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L.**Como Reduzir Perdas nos Canteiros**: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil.São Paulo; Editora Pini, 2005

SOUZA, U.E.L. **Como aumentar a Eficiência da Mão de Obra**. São Paulo; Editora Pini. 2006.

SOUZA, A. L. R. **O projeto para produção das lajes racionalizadas de concreto armado de edifícios**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica , Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, J.C.S. **Impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios**: diretrizes para o projeto e sistemas empregados. 1997ª. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TARALLI, C. H. **Mudança de Tecnologia na Habitação: os conjuntos Habitacionais da COHAB-SP**. São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 1984.

TESTA, C. **The industrialization of building**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1972

THOMPSON, P.A.; PERRY, J.G. **Engineering Construction Risks**. Londres, Inglaterra, 1992.

TRIGO, J. T. **Tecnologia da Construção de Habitação**. Lisboa, LNEC, 1978. Memória n. 507

US Department of Labor – www.dol.gov – consulta realizada em março de 2010.

VARGAS,N. **Organização do trabalho e capital**. 1979. Dissertação (Mestrado) . Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VIOLANI, M.A.F.; MELHADO, S. B.; PRATO, R.T.A. **Coordenação de projetos de edifícios**. São Paulo, 1991. / Seminário apresentado no curso de pós-graduação da EPUSP. Datilografado/

www.fiesp.com.br/construbusiness: Caderno Técnico do 7º Construbusiness. São Paulo, 2008. consulta realizada no site em 24 de julho de 2009.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABIKO, et al. Setor de Construção Civil : segmento de edificações. Brasília, SENAI/DN,2005. 112p.: Il. (Série Estudos Setoriais; 5) ou
Cardoso - capitulo II – **A dimensão Organizacional da Construção Civil Setor de Construção Civil :** segmento de edificações. Brasília, SENAI/DN,2005. P.53-112p.: Il. (Série Estudos Setoriais; 5)

AGOPYAN,V.**Números do desperdício**. Téchne, n.53,ago.2001

Anais de eventos e publicações do CIB – em especial dos Tasks Groups, TG57 Industrialisation in Construction, TG58 Clients and Construction Innovation, W078 Information Technology for Construction, W098 Intelligent & Responsive Buildings, W116 Smart and Sustainable Built Environments (www.cibworld.nl).

ANTAC. Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na área de Tecnologia do Ambiente Construído com ênfase na Construção Habitacional. Porto Alegre, 2002. Disponível em: www.habitare.org.br/docs_revista/2002_07_plano_estrategico.p.22-23.

BIBBY, L.; AUSTIN, S. ; BOUCHLAGHERN. The Impact of a Design Management Training Iniciative on Project Performance. **Engineering, Construction and Architectural Management**, USA, Vol. 13, Issue 1, p. 7-26, 2006.

CARDOSO,F.F. Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França: parte 1 : o ambiente do setor e as estratégias empresariais. **Estudos Econômicos da Construção**, São Paulo, v.1, n.2, p.97-156, 1996.

_____ Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França – parte 1. **Estudos econômicos da construção** – Sinduscon, São Paulo, n.2, p.97-156, 1996.

_____ Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França: parte 2 : do estratégico ao tático. **Estudos Econômicos da Construção**, São Paulo, v.2, n.3, p.119-160, 1997.

CARRARO, Fausto. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria**. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil

CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) SP154. **A simple guide to controlling risk**. Londres, Inglaterra. CIRIA. 2002.

Curso Técnico de Chão de fábrica – TCF. Apostilas do Curso, 2009.CIESP. Campinas.

DAVENPORT, T. H. **Process innovation:** reengineering work through information technology. Boston, Harvard Business School, 1993.

DIEPENBRUCK, T.M. **Gerenciamento de risco para obtenção da produtividade planejada**. São Paulo, 2007. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia

GLAVINICH, T. E. Improving Constructability during Design Phase. **Journal of Architectural Engineering**, USA, Vol. 1, Issue 2, p.73-76, 1995.

GREVEN,H.A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à Coordenação Modular na construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre: ANTAC, 2007. (Coleção Habitare,9). 72p.

LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H.; CHAN, A. P. C. **Contributions of designers to improving buildability and constructability**. Design Studies, USA,Vol. 27, Issue 4, p.457-479 , 2006.

LINDBERG,B.M.;MONALDO, J.M. **Advance Statistics on GDP by Industry for 2007.** U.S Bea – Bureau of Economic Analysis,

MELHADO, S. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** São Paulo: 2001. 235p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

O´CONNOR, J.T.; TUCKER, R.L. Industrial Project constructability improvement. **Journal of Construction Engineering and Management**, USA, v.112, n.1 p.69-82. Mar 1986.

PORTER, M. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Tradução de: Elizabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1989.

Practice Notes 13 – **Constructability** , 2008. IPENZ - The Institution of Professional Engineers New Zealand Incorporated

PULASKI, M. H. ; HORMAN, M. J. Organizing Constructability Knowledge for Design. **Journal of Construction Engineering and Management**, USA ,Vol. 131, n.8, p. 911-919, 2005.

RESHARD, K. A.; KARTAM, N.; TEWARI, N.; BADER, H. A. A Project Control Process in Pre-construction Phases : Focus on Effective Methodology**. Engineering, Construction and Architectural Management**, USA, Vol. 12, Issue 4, p. 351-372, 2005.

SARAM . D. D.; AHMED, S. M.; ANSON, M. Suitability of the Critical Incident Technique to Measure Quality of Construction Coordination. **Journal of Management in Engineering**, USA, Vol. 20, n.3, p. 97-109, 2004.

SARAM, D. D.; AHMED, S. M. Construction Coordination Activities : What is Important and What Consumes Time. **Journal of Management in Engineering,** USA, Vol. 17, n.4, p. 202-213, 2001.

SCHRAMM,F.K.;COSTA,D.B.;FORMOSO,C.T**. O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6,n. 2, p.59-74, abr./ jun.2006

SOUZA, A.L.R. **Preparação e Coordenação da Execução de Obras : Transposição da Experiência Francesa para a Construção Brasileira de Edifícios**. São Paulo : 2001.440p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, A.L.R; MELHADO, Silvio B. O Projeto para Produção como Ferramenta de Gestão da Qualidade : Aplicação `as Lajes de Concreto Armado de Edifícios **Anais do VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** Qualidade no Processo construtivo Florianópolis, Brasil: ANTAC/Universidade Federal de Santa Catarina: 1998.

THOMAS,H.R.;SINHA,S.K. **Are construction sites and manufactoring facilities the same?** Conference Proceedings for the 10th International Symposium Construction Inovation and Global competitiveness. Departments of Civil

THOMAS, H.RANDOLPH e YIAKOUMIS, I. Factor Model of Construction Productivity. Estados Unidos. ASCE **Journal of Construction Engineering and Management**. P 623 a 639. Dezembro 1987.

THOMSON, D. S.; AUSTIN, S. A.; ROOT, D. S.; THORPE, A.; HAMMOND, J. W. A Problem-solving Approach to Value-adding Decision Making in Construction Design. **Engineering, Construction and Architectural Management**, USA, Vol. 13, Issue 1, p. 43-61, 2006.

APÊNDICE A - O IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO PPAV EM OUTROS SUBSISTEMAS DA EDIFICAÇÃO

São apresentadas neste apêndice as oportunidades de melhoria identificadas a partir da implantação do PPAV proposto, que devem fazer parte do Banco de Tecnologia Construtiva da empresa construtora.

1 DIRETRIZES DE PROJETO

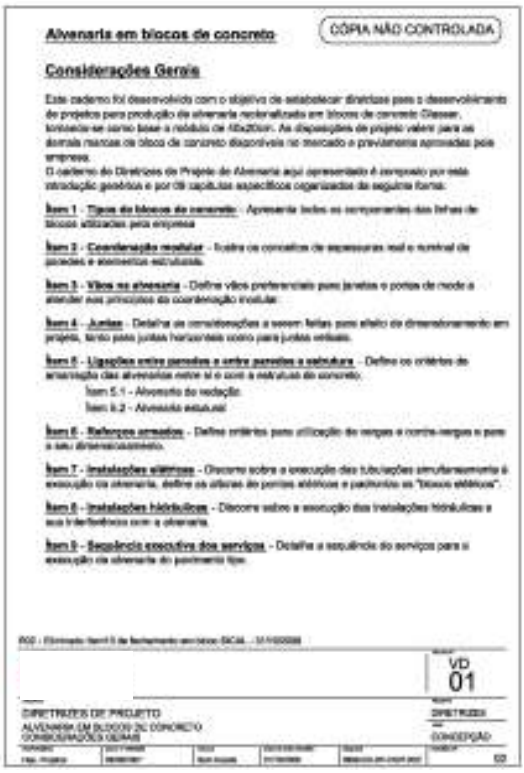
A consolidação das informações necessárias ao desenvolvimento dos projetos é feita a partir da elaboração de diretrizes de projeto. As diretrizes de projetos devem ser disponibilizadas à equipe de projetistas antes do início dos projetos com o objetivo de nortear seu desenvolvimento e evitar retrabalho.

1.1 Diretrizes para Desenvolvimento do Projeto para Produção de Alvenarias de Vedação

As diretrizes de projeto para produção de alvenarias de vedação devem ser definidas em função do processo construtivo adotado pela empresa construtora e visam atingir a produtividade e o desempenho, especificados em projeto.

O estabelecimento de diretrizes engloba os tipos de bloco a serem utilizados, conceitos de coordenação modular que devem ser adotados, vãos na alvenaria, caracterização das juntas, ligações entre paredes e paredes e estrutura, reforços armados, interface com instalações elétricas e hidráulicas e seqüencia executiva dos serviços.

As figuras A1 a A4 ilustram algumas páginas das diretrizes de projeto para produção de alvenarias de vedação em bloco de concreto:



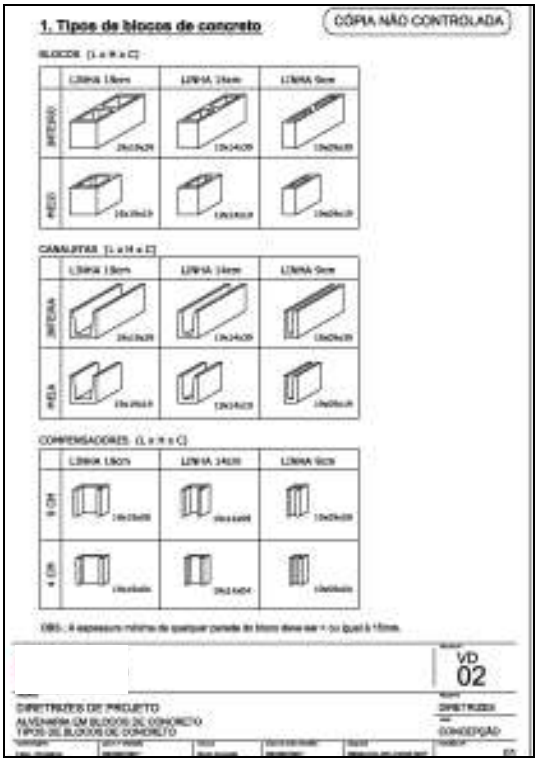
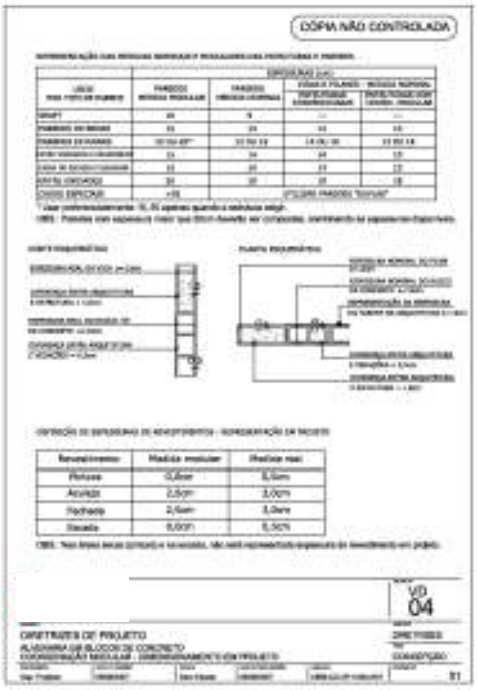


Figura A1– Capa diretrizes de projeto para produção de alvenarias de vedação em bloco de concreto

Figura A2 - Família de blocos



Figuras A3 e A4 – Dimensões de peças e tolerâncias coordenação modular

1.2 Diretrizes para desenvolvimento de projeto de arquitetura

As oportunidades de racionalização do processo de produção identificadas na implantação dos PPAV também podem levar a diretrizes quanto à configuração de ambientes e distribuição dos mesmos no pavimento tipo, configurando uma ação efetiva da engenharia de projeto na concepção do empreendimento.

Como exemplo, pode-se citar uma possível padronização de banheiros (figuras A5 e A6). A figura A5 sugere uma padronização nas medidas de uma tipologia de banheiro (banho em linha). Já a figura A6 apresenta uma opção de padronização de distâncias entre peças sanitárias.

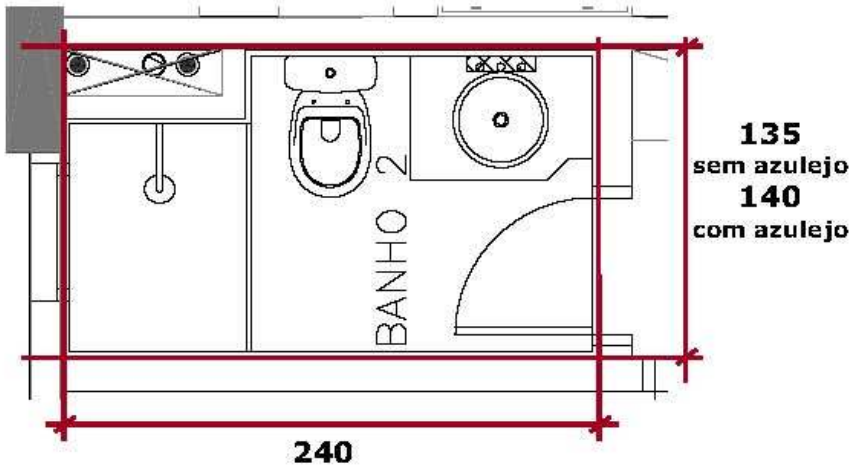


Figura A5 – Definição de banheiro padrão - dimensões

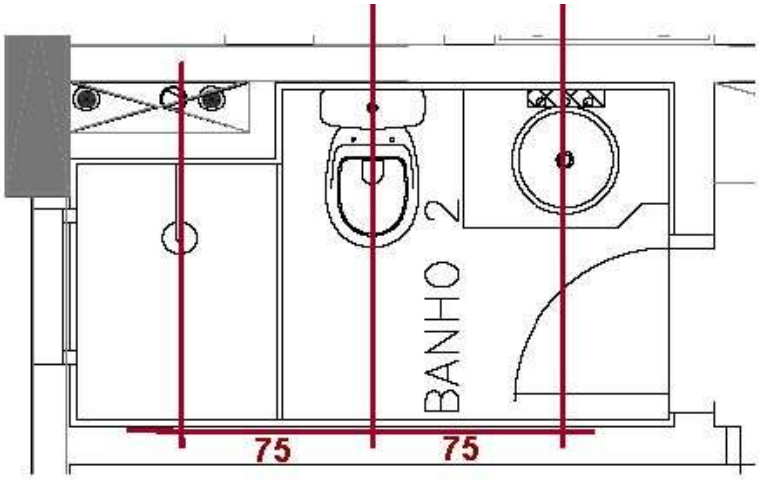


Figura A6 – Definição de banheiro padrão – distância entre peças sanitárias

1.3 Diretrizes para desenvolvimento de projeto de instalações hidráulicas

As oportunidades de racionalização do processo de produção e de minimização de interferências identificadas na implantação dos PPAV também podem gerar diretrizes quanto ao caminhamento das tubulações e quanto à execução dos ramais de distribuição dos ambientes, conforme ilustrado abaixo.

CADERNO DE DIRETRIZES PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Esse caderno foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer diretrizes para o desenvolvimento de projetos de instalações hidráulicas. Visa direcionar o trabalho dos projetistas e auxiliar os coordenadores na compatibilização dos projetos.

O caderno de diretrizes para projeto de instalações hidráulicas, aqui apresentado, é composto por uma introdução genérica e 10 capítulos específicos organizados da seguinte forma:

Item 1 – Considerações gerais
- Tipo
- Demais pavimentos

Item 2 – Especificação de materiais

Item 3 – Redutora de pressão

Item 4 – Poços (limpeza, esgoto e drenagem)

Item 5 – Drenagem

Item 6 – Reservatório de água potável

Item 7 – Reservatórios de água pluvial

Item 8 – Piscinas e espelhos d'água

Item 9 – Áreas comuns

Item 10 – Áreas privativas

	HI 01
DIRETRIZES DE PROJETO INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	PARÂMETROS CONCEPÇÃO
Dep. Projeto	04

Figura A7 – Diretrizes para projeto de instalações hidráulicas

2 ESCOPO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS

Outra oportunidade de melhoria que está sendo proposta é a adequação do escopo para a elaboração do projeto para a produção de vedações. O novo escopo para prestação de serviços de projeto para produção de vedações deve considerar o início do projeto na fase de concepção do empreendimento e incluir o planejamento e logística da execução dos serviços, bem como ferramentas para monitoramento da produção e retroalimentação do processo.

ESCOPO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE VEDAÇÕES

TABELA FASE-INSUMO-PROCESSO-PRODUTO

FASE	INSUMO	PROCESSO	PRODUTO
FAP 1 - PAVIMENTO TIPO	• Estudo do pavimento tipo ajustado na malha com comentários **(AR-EP02)** • Estudo preliminar de estrutura aprovada **(ES-EP01)**	• Análise do material recebido	• Relatório de interferências com análise dos projetos de arquitetura e estrutura (análise de caixilhos, aberturas e portas propondo deslocamentos necessários para melhoria da alvenaria) **e** estudo de modulação vertical para todas as alturas de lajes e vigas (proposta de modulação vertical para otimizar o uso de blocos inteiros) **(VD-EP01)**
	• Relatório de interferências com análise dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações e vedações comentado pela coordenação **AR-RL01 / ES-RL01 / EL-RL01 / HI-RL01 / VM-RL01 / VD-EP01**	• Reunião de análise de interferências 01 **(RAI 01)**	• Definições / Informações para revisão e compatibilização dos estudos preliminares do tipo
FAP 1 - SUBSOLOS E TÉRREO	• Arquitetura dos subsolos e térreo + cortes parciais **(AR-EP04)** • Estrutura dos subsolos e térreo **(ES-EP02)**	• Verificação da necessidade de projeto específico de vedações para o térreo e subsolos pelo coordenador / gerência de projetos	• Contratação do projeto de vedações para o térreo no projeto executivo
	• Arquitetura dos subsolos e térreo + cortes parciais **(AR-EP04)** • Estrutura dos subsolos e térreo **(ES-EP02)**	• Análise do material recebido	• Relatório de interferências com análise dos projetos de arquitetura e estrutura (análise de caixilhos, aberturas e portas propondo deslocamentos necessários para melhoria da alvenaria) **e** estudo de modulação vertical para todas as alturas de lajes e vigas (proposta de modulação vertical para otimizar o uso de blocos inteiros) **(VD-EP02)**
	• Relatório de interferências com análise dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações e vedações comentado pela coordenação **AR-RL02 / ES-RL02 / EL-RL02 / HI-RL02 / VM-RL02 / VD-EP02**	• Reunião de análise de interferências 01 **(RAI 02)**	• Definições / Informações para revisão e compatibilização dos estudos preliminares dos subsolos e térreo

Figura A8 – Escopo para elaboração de projetos de vedações

3 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS, ALTERNATIVAS PARA EXECUÇÃO DAS INTERFACES DA ALVENARIA COM OUTROS SUBSISTEMAS

A análise sistêmica das interfaces dos subsistemas e o desempenho global da edificação podem impulsionar o desenvolvimento de novos procedimentos executivos e de alternativas técnicas para a execução das citadas interfaces.

As figuras A9 e A10 ilustram um novo procedimento proposto para a execução de tubulações hidráulicas, de modo a possibilitar sua execução independentemente do serviço de elevação de alvenaria, com o objetivo de minimizar interferências entre os subsistemas e melhorar a produtividade de ambos.

Figuras A9 e A10 - Procedimento executivo

Figura A11 – Detalhe ampliado - fechamento de shafts hidráulicos

As fotos abaixo mostram uma proposta para execução de paredes de quadros elétricos como opção à definição inicial de projeto.

Foto A1 – Paredes de quadros elétricos

Dando continuidade à proposta de desenvolver melhor as interfaces entre os subsistemas, é apresentada uma intervenção sugerida na maneira de se fazer as instalações hidráulicas.

Com o objetivo de minimizar a interferência do subsistema instalações com a vedação vertical e desta forma incrementar a produtividade e a qualidade e reduzir prazos, propõ-se substituir a prática anterior de tubulações hidráulicas em enchimentos de bloco de concreto celular por kits hidráulicos em quadros metálicos e fechamento em chapas de gesso acartonado.

As fotos a seguir ilustram a produção de Kits hidráulicos

Fotos A2 2 A3 – Fabricação de kits hidráulicos

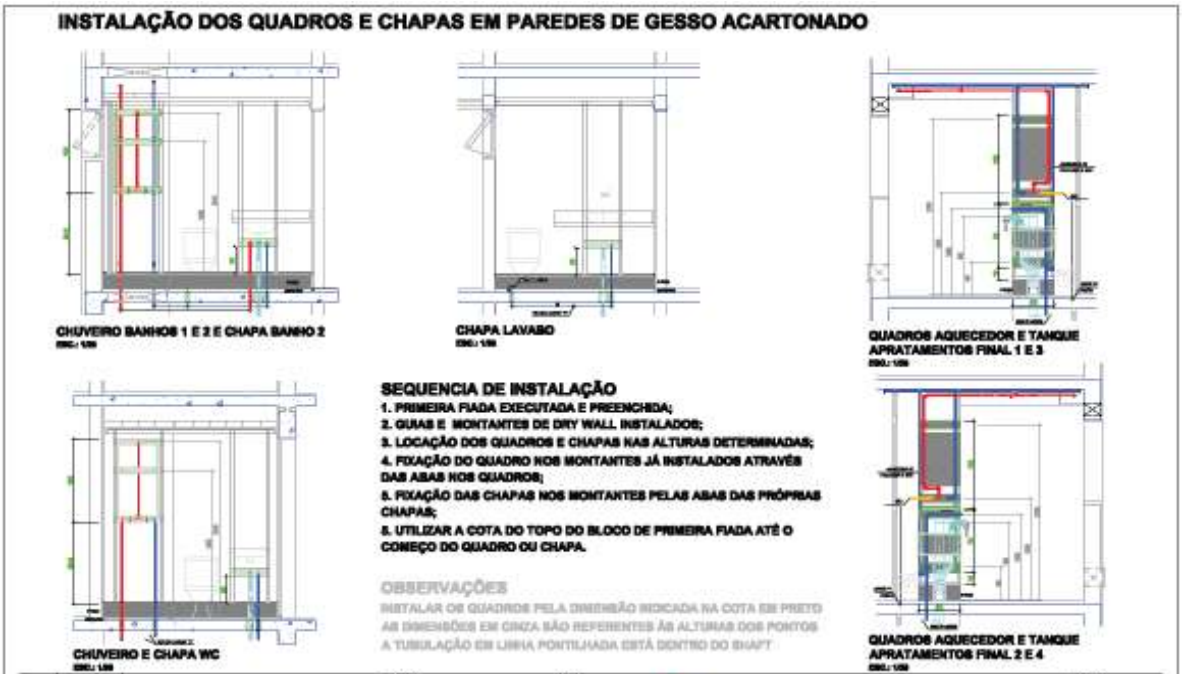


Figura A12– Instalação de kits hidráulicos em paredes de gesso acartonado

Fotos A4 e A5 – Instalação de Kits Hidráulicos

4 REVISÃO DAS LISTAS DE VERIFICAÇÃO DE PROJETOS

A retroalimentação proveniente da integração entre as diversas equipes também pode gerar revisões na documentação existente.

A figura A13 exemplifica uma lista de verificação para análise do projeto de vedações revisada. A cor vermelha identifica os itens da lista de verificação que sofreram revisões.

	LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA ANÁLISE DO PROJETO DE VEDAÇÕES	FOR 25 - (PI 704)				
		REV.:15				
		FOLHA		01 / 08		
EMPREENDIMENTO:		PROJETISTA		CYRELA		
		N.A	A	N.A	A	L
	CAMINHAMENTO DE TUBULAÇÕES ELÉTRICAS					
1	FOI COLOCADA A OBSERVAÇÃO SOBRE CAMINHAMENTO DOS ELETRODUTOS? (O CAMINHAMENTO DOS ELETRODUTOS DEVERÁ SER O MAIS RETILÍNIO POSSÍVEL AS CURVAS SÃO APENAS PARA MELHOR VISUALIZAÇÃO DO PROJETO)					
2	TODOS OS PONTOS FORAM CONSIDERADOS CONFORME PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?					
3	TODOS OS PONTOS ESTÃO COTADOS A PARTIR DOS EIXOS DE ESTRUTURA DEFINIDOS PELA CYRELA?					
4	FORAM INDICADOS DIÂMETROS DE TODAS AS TUBULAÇÕES EMBUTIDAS EM LAJE CONFORME PROJETO DE ELÉTRICA?					
	PLANTA DE FURAÇÃO HIDRAÚLICA					
1	TODOS OS FUROS ESTÃO COTADOS EM RELAÇÃO AOS EIXOS DE ESTRUTURA DEFINIDOS PELA CYRELA?					
2	OS SULCOS NA LAJE FORAM INDICADOS E LOCADOS?					
3	FOI INDICADO O DIÂMETRO DOS PASSANTES CONFORME PE.INS-04 (E INDICADA A REVISÃO DO PE UTILIZADA) E ESTÁ EVIDENTE A OBSERVAÇÃO DIZENDO QUE O DIÂMETRO INDICADO É O DO PASSANTE E NÃO DO TUBO?					
4	FOI COLOCADA OBSERVAÇÃO PARA A OBRA CONSULTAR A REVISÃO DO PE.INS.04 NO MOMENTO DE EXECUÇÃO DAS LAJES PARA CONFIRMAR A REVISÃO UTILIZADA EM PROJETO					
5	NO CASO DE KIT PARA BANHEIRA, FOI INDICADO O PONTO DE DRENO COM AMESA INFORMANDO QUE DEVERÁ SER EXECUTADO SOMENTE NOS PAVIMENTOS QUE OPTAREM PELA MESMA?					
6	FORAM PREVISTOS OS FUROS NOS ENCHIMENTOS SOB BANCADA EM DRY WALL COM DIMENSÃO E LOCAÇÃO CONFORME DV98?					
7	FORAM INDICADAS AS PEÇAS SANITÁRIAS UTILIZADAS? (BACIA, BIDÊ E CUBA DUPLA, SE HOUVER)					
8	NO CASO DE PRUMADA E ENCHIMENTOS EM TERRAÇO, FOI PREVISTO ENCHIMENTO EM MASSA?					
9	FOI INDICADO E DETALHADO CHUMBAMENTO PARA ISOLAMENTO DA TUBULAÇÃO DE GÁS GARANTINDO A NÃO EXISTÊNCIA DE VAZIOS?					
	[illegible]					
	[illegible]					
	[illegible]					
DATA	REVISÃO	FORMA DE ENVIO DA ANÁLISE CRÍTICA				RESPONSÁVEL

Figura A13 – Lista de verificação de projeto para produção de vedações

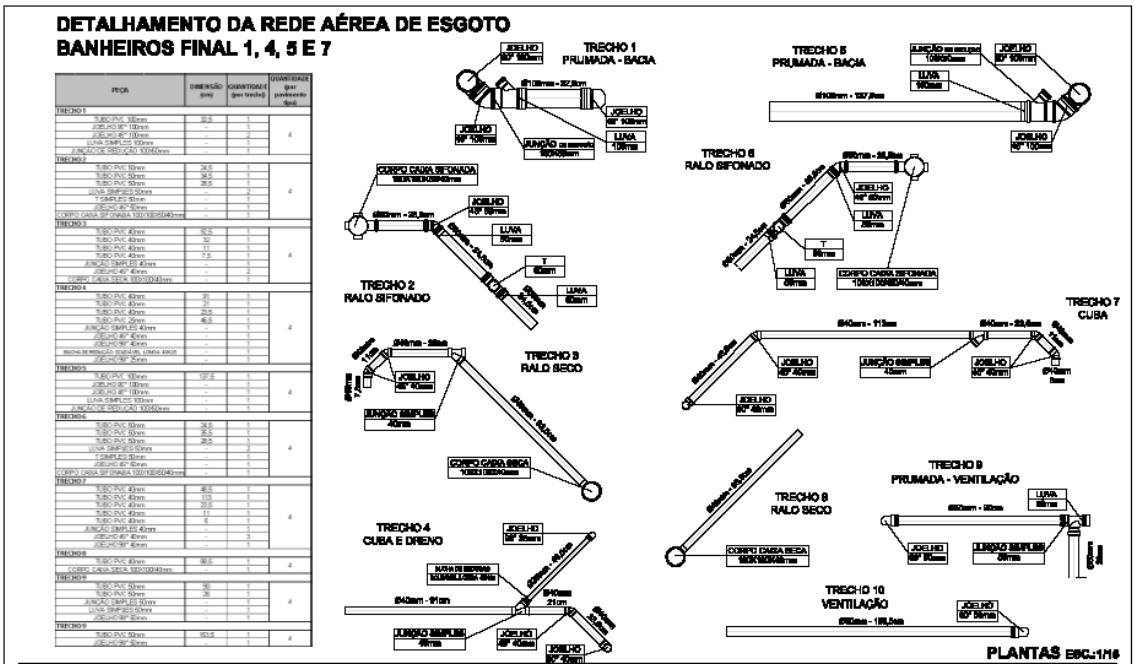
5 IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE OUTROS SUBSISTEMAS

Outra importante proposição motivada pelo entendimento dos benefícios que a implantação de projetos para produção pode gerar para a empresa, é a implantação de projetos para a produção de outros subsistemas.

Propõe-se que sejam desenvolvidos projetos para produção para os principais subsistemas do edifício, principalmente os que possuem interface com as vedações verticais.

São apresentados exemplos de projetos para produção de instalações hidráulicas e de contrapiso.

As figuras A14 e A15 abaixo ilustram os projetos para produção de instalações hidráulicas



Figuras A14 – Detalhamento da rede aérea de esgoto - fabricação

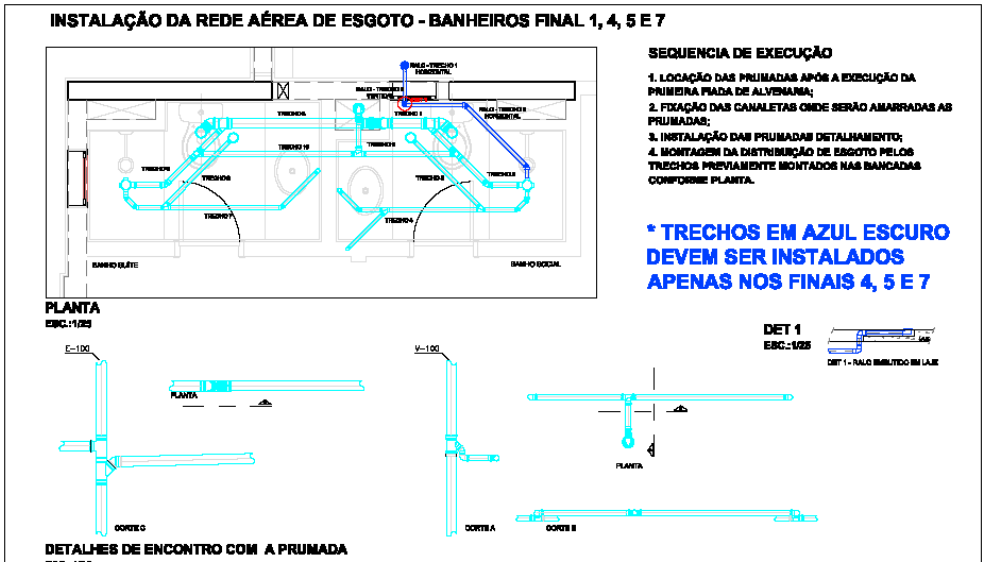


Figura A15 – Detalhamento da rede aérea de esgoto – montagem

A foto A6 ilustra uma tubulação aérea executada conforme proposta

Foto A6 – Tubulação aérea executada de acordo com projeto para produção

As figuras abaixo ilustram os projetos para produção de contrapiso. A planta de identificação de níveis define os desníveis entre ambientes, caso haja; e a planta de mapeamento deve ser utilizada para levantar a situação real das lajes de concreto e possibilitar a otimização das espessuras de contrapiso.

Figura A16 – Planta de identificação de níveis **Figura A17 - Planta de Mapeamento**

A figura A18 exemplifica uma planta de detalhamento de interfaces que deve fazer parte do escopo do projeto para produção de contrapiso.

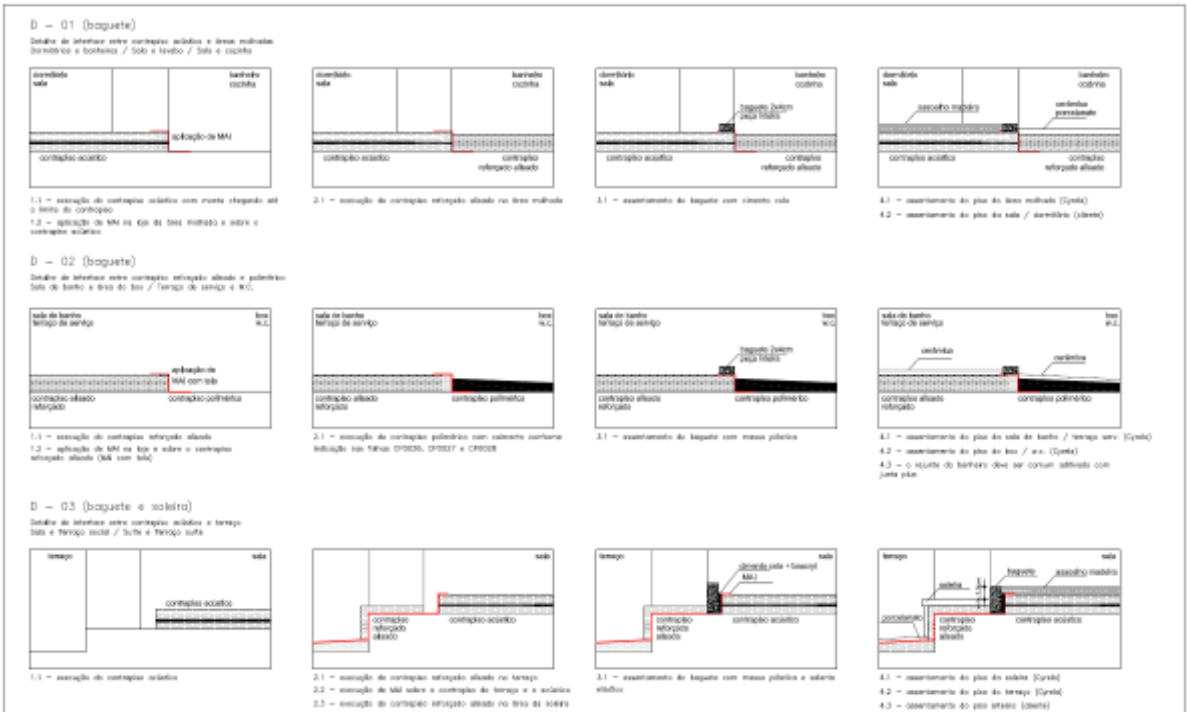


Figura A18 – Planta de detalhamento de interfaces

6 IMPLANTAÇÃO DE “SISTEMA KANBAN ADAPTADO”

A análise da eficiência das operações realizadas para o transporte de materiais até a frente de serviço levou à proposição de utilização de um sistema com forte apelo visual, que garantisse a quantidade adequada de materiais na frente de serviço. O sistema anterior proposto, que consistia numa planilha de identificação da quantidade de *pallets* de cada tipo a ser transportado por dia não funcionou.

Optou-se desta vez por um modelo que possibilitasse um controle visual de fácil compreensão. Tomando como base o sistema Kanban, partiu-se para a definição de um modelo a ser seguido.

A idéia é utilizar como dados de entrada os quantitativos fornecidos nas plantas de paredes a executar e distribuição de *pallets* e confeccionar cartões coloridos para cada tipo de *pallet.* Propõe-se que os cartões correspondentes à produção de cada dia sejam acondicionados em caixas com a identificação do dia do ciclo. No início do dia, o operador de elevador cremalheira coloca todos os cartões, referentes ao dia do ciclo do pavimento que está sendo executado, na chapeira presa no citado elevador e à medida que o transporte é realizado, os cartões são tirados da chapeira e guardados na caixa, até que não sobre nenhum cartão na chapeira.

Esse modelo acima citado é ilustrado nas fotos seguintes.

DESCRIÇÃO	1º DIA	QUANTIDADE
	MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 9MM	0
	MINI PALLET - MEIO BLOCO 9MM	0
29	MINI PALLET - BLOCO 29 - 9MM	0
9	MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 9MM	0
4	MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 14MM	0
	MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 14MM	43
	MINI PALLET - MEIO BLOCO 14MM	4
29	MINI PALLET - BLOCO 29 - 14MM	6
9	MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 9MM	6
4	MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 14MM	3
	MINI PALLET - BLOCO INTEIRO 19MM	12
	MINI PALLET - MEIO BLOCO 19MM	2
29	MINI PALLET - BLOCO 29 - 19MM	2
9	MINI PALLET - COMPENSADOR 9 - 19MM	1
4	MINI PALLET - COMPENSADOR 4 - 19MM	1

PRODUÇÃO 1º DIA - 135,51M²

CONSUMO DE CIMENTO, CAL E AREIA PARA PRODUÇÃO DE 1 PAVIMENTO TIPO		
1º DIA		
CONSUMO NA ELEVAÇÃO - MASSEIRA GRANDE		
cimento	3	sacos de 50Kg
cal	3	sacos de 39Kg = 20Kg + 19Kg
areia	30	sacos pretos de 26,34 dm³

Figura A19 – Relação de Pallets

Foto A7 - Sistema Kanban adaptado

A partir da apresentação dos possíveis desdobramentos decorrentes da implantação do PPAV proposto neste trabalho, constatou-se na prática a capacidade da alvenaria de vedação de influenciar o planejamento e a organização da produção da obra.