

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Gustavo Barosa Avallone

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
DIVISÃO DE BIBLIOTECA
Biblioteca de Engenharia Civil

**ANÁLISE CRÍTICA DA PRODUÇÃO DA OBRA DE UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL EXECUTADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL –
ESTUDO DE CASO**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Pós
Graduação *lato-sensu* em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco

**São Paulo
2012**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem fé este trabalho não teria sido concluído.

Aos coordenadores do curso Mércia Maria Semensato Bottura de Barros e Francisco Ferreira Cardoso e ao orientador Luiz Sergio Franco pelas orientações e cobranças que transmitiram estímulos durante a execução do trabalho.

A Suzana Barosa Avallone, Olympio Avallone Filho e Bruna de Lima Binsfeld, que sempre incentivaram, apoiaram e acreditaram na realização desse trabalho.

E aos colegas do curso de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, em especial ao Joseph Abi Ghosn, e a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, na execução desse trabalho.

RESUMO

O presente trabalho refere-se a um estudo de caso realizado em uma obra onde foram observados alguns aspectos que influenciaram na produção e, conseqüentemente, afetaram os resultados esperados para esse projeto. O objetivo foi, através de uma análise crítica dos pontos levantados, avaliar se as situações encontradas poderiam ter sido evitadas ou, pelo menos, amenizadas. Podendo assim auxiliar o planejamento de futuros projetos com alguma característica semelhante às aqui estudadas.

A partir de um levantamento bibliográfico, foi possível entender alguns conceitos que auxiliaram a compor a monografia. Artigos, normas técnicas, pesquisas, matérias em revistas técnicas e outros trabalhos sobre planejamento, coordenação de projetos, alvenaria estrutural e canteiro de obras foram lidos durante a elaboração do estudo e serviram, em alguns casos, como base para elaboração de sugestões de melhorias de algum aspecto.

Foi feita uma breve pesquisa sobre a empresa construtora proprietária do projeto do estudo de caso para entender como ela está posicionada no mercado da construção civil. Posteriormente, foram levantadas informações gerais sobre o empreendimento como um todo, sendo assim possível direcionar melhor o trabalho no que tange a produção específica das obras desta construtora.

Com isso, e através de entrevistas com a equipe técnica da obra, foram definidos os aspectos a serem discutidos no trabalho. Estes foram inicialmente apresentados e comentados de forma abrangente, para que se pudesse entender a situação da obra. Posteriormente, foram discutidas as soluções adotadas no canteiro e apresentadas algumas sugestões de melhorias no processo.

A partir daí, é apresentada uma análise comparativa entre o que seria uma situação ideal para obras em alvenaria estrutural voltadas ao público de baixa renda e a obra do estudo de caso, além de uma análise SWOT em que são mostradas as fraquezas, forças, ameaças e oportunidades tanto para obra quanto para construtora. Por fim, o autor expõe suas conclusões e sugestões de melhorias em parte do processo de execução de um empreendimento desta categoria.

ABSTRACT

This work is about a case study, developed in a construction site, involving observations of aspects that influence in the production and, consequently, affect the expected results for the project. The objective was, through analytical criticism of the focused issues, to assess whether the situations encountered could have been prevented or at least eased. Thus assisting in planning future projects that have similar characteristics as the one studied in this thesis.

Through referencing, some concepts that aid in the composition of the thesis were studied. Articles, norms, researches, technical magazine reviews and other works about planning and project coordination, structural masonry and construction sites were read during the development of the study and served, in some cases, as basis to elaborate on suggestions for improvements in any aspect.

The brief research about the construction company, owner of the case study project, was necessary to understand how it's positioned in the civil construction industry. Later, general information about the enterprise as a whole were gathered, making it possible to direct the work regarding the production of specific works in the construction.

With that, and through interviews with technical team of the construction, the main aspects of discussion in this work were defined. These were initially presented and discussed in a comprehensive manner so that they could understand the situation of the construction. After that, adopted solutions for the site were discussed and some improvement suggestions for the process were presented.

From that point, a comparative analysis is presented between what would have been the ideal solution for structural masonry constructions intended for the low-income population and the case study construction. In addition to that, a SWOT analysis was developed for the construction and the company. Finally, the author exposes some conclusions and suggestions of improvements in parts of the execution process of a construction of this category.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Ilustração de venda do empreendimento.</i>	14
Figura 2 - <i>Implantação ilustrativa.</i>	15
Figura 3 - <i>Corte parcial.</i>	16
Figura 4 - <i>Obra em talude.</i>	17
Figura 5 - <i>Eixos com distâncias muito pequenas entre si.</i>	18
Figura 6 - <i>Gabarito em diferentes níveis e sequência de etapas.</i>	19
Figura 7 - <i>Edificação ocupa grande área do terreno.</i>	20
Figura 8 - <i>Torre única.</i>	21
Figura 9 - <i>Execução de estaca Strauss.</i>	22
Figura 10 - <i>Planta de cargas de fundações.</i>	23
Figura 11 - <i>Caçambas com resíduos das estacas - lama.</i>	24
Figura 12 - <i>Escavação manual de bloco.</i>	25
Figura 13 - <i>Estacas com fuste à mostra por causa de desmoronamentos.</i>	26
Figura 14 - <i>Execução de peça em concreto armado e alvenaria estrutural.</i>	27
Figura 15 - <i>Talude arborizado.</i>	29
Figura 16 - <i>Árvore ao fundo, localizada no eixo de uma estaca.</i>	30
Figura 17 - <i>Raiz da árvore comprometida por cupins.</i>	31
Figura 18 - <i>Blocos transportados em paletes por empilhadeira.</i>	32
Figura 19 - <i>Guincho instalado dentro do poço definitivo de elevador.</i>	33
Figura 20 - <i>Lançamento no terreno da frente.</i>	37
Figura 21 - <i>Projeção das áreas construídas.</i>	39
Figura 22 - <i>Acesso de materiais à obra.</i>	41
Figura 23 - <i>Exemplo de paginação de alvenaria.</i>	47
Figura 24 - <i>Exemplo de paginação de alvenaria.</i>	47
Figura 25 - <i>Posição inicial espaço gourmet.</i>	49

Figura 26 - <i>Posicionamento real espaço gourmet.</i>	49
Figura 27 - <i>Ambientes criados pela obra.</i>	50
Figura 28 - <i>Trecho rampa em ângulo e bi apoiada.</i>	51

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS	5
SUMÁRIO	7
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.3 METODOLOGIA.....	10
2 OBJETO DO ESTUDO	12
2.1 EMPRESA.....	12
2.2 EMPREENDIMENTO	13
3 CARACTERÍSTICAS ESTUDAS DO EMPREENDIMENTO	16
3.1 DESNÍVEL NATURAL DO TERRENO.....	16
3.2 CANTEIRO RESTRITO.....	19
3.3 TORRE ÚNICA.....	20
3.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS FUNDAÇÕES.....	21
3.5 ESTRUTURA MISTA	26
3.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	28
3.7 ÓRGÃOS AMBIENTAIS.....	28
3.8 TRANSPORTE DE MATERIAL.....	31
3.9 PROCEDIMENTOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO	34
3.10 QUALIDADE DA MÃO DE OBRA X MERCADO X SITUAÇÃO LOCAL	34
3.11 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL.....	38
4 SOLUÇÕES ADOTADAS	39

4.1	DESNÍVEL NATURAL DO TERRENO.....	39
4.2	CANTEIRO RESTRITO.....	40
4.3	TORRE ÚNICA.....	42
4.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS FUNDAÇÕES.....	43
4.5	ESTRUTURA MISTA	44
4.6	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	46
4.7	ÓRGÃOS AMBIENTAIS.....	52
4.8	TRANSPORTE DE MATERIAL.....	53
4.9	PROCEDIMENTOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO	55
4.10	QUALIDADE DA MÃO DE OBRA X MERCADO X SITUAÇÃO LOCAL	56
4.11	RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL.....	57
5	ANÁLISE	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE MELHORIAS	62
	BIBLIOGRAFIA.....	65

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Com a necessidade cada vez maior de empreendimentos com alta velocidade de produção e com nível de qualidade assegurado, empreendimentos elaborados em alvenaria estrutural estão cada vez mais em evidência, ainda mais quando se trata de empreendimentos voltados ao público de baixa renda, em função da economia que esse tipo de estrutura pode proporcionar ao construtor.

Programas do governo como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o MINHA CASA MINHA VIDA, contribuem ainda mais para utilização dessa técnica construtiva, pois incentivam empreendimentos voltados para o público citado. Porém, com a crescente utilização da técnica e pela aparente simplicidade na sua produção, muitas empresas estão executando empreendimentos com essa tecnologia e não estão obtendo resultados satisfatórios.

A causa disto pode ser determinada por diversos fatores, entre eles a falta de know-how de algumas empresas, falta de cuidados básicos de controle de materiais e na produção, contratações ou gerenciamento equivocado dos projetos, ou simplesmente por dificuldades peculiares que cada obra apresenta. Este último, pode até inviabilizar o uso desse método construtivo, caso não detectado na etapa de definição do produto, tornando o insucesso financeiro é quase inevitável.

Nesse trabalho é apresentado um estudo de caso em uma das obras de uma empresa com grande experiência no uso de alvenaria estrutural. O estudo de caso foi desenvolvido em uma obra peculiar para os padrões normais da empresa em questão e, até mesmo, para os padrões geralmente observados no mercado deste tipo de empreendimento. Apresentou dificuldades e também peculiaridades que influenciaram outros aspectos da produção, da produtividade e do próprio planejamento. Tendo em vista o acima exposto, uma análise das especificidades dessa obra passa a ter um valor maior do que a análise de um empreendimento comum.

1.2 OBJETIVOS

Um dos objetivos desse trabalho é esclarecer quais as principais características específicas do empreendimento estudado que influenciaram diretamente na produtividade quando comparada a obras com a mesma tipologia estrutural e causaram alterações no planejamento inicial. Com essas informações e através de pesquisas na literatura, críticas e sugestões puderam ser elaboradas a fim de contornar alguns desses fatores que influenciaram no planejamento e também na produtividade da obra em alvenaria estrutural.

Como resultado, espera-se que esse trabalho sirva de fonte para implementação das melhorias sugeridas, minimizando assim alguns problemas na produtividade, em empreendimentos com características semelhantes às da obra estudada. Ou mesmo, que permita fazer um planejamento diferenciado em algum item comum ao canteiro estudado de forma que seja possível extrair os benefícios das críticas e sugestões apresentadas neste trabalho no cotidiano de outra obra.

1.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foi seguida a seguinte metodologia.

Primeiramente foram estudados alguns conceitos gerais de produção e planejamento, bem como alguns métodos e práticas que comumente são utilizados para se obter uma melhor produtividade em empreendimentos em alvenaria estrutural. Embora esses estudos não sejam apresentados em nenhum capítulo específico, embasaram as conclusões deste trabalho.

Posteriormente foram levantados os aspectos específicos do empreendimento estudado que tiveram influência no planejamento inicial, causando alterações nos resultados esperados, e na própria produção.

Cada item levantado foi então individualmente analisado a fim de propor possíveis alterações; seja do ponto de vista da gestão, projeto, organização do canteiro, equipe de produção, ou sugestões de alternativas tecnológicas para

minimizar os impactos destas especificidades na produção entendida como normal, bem como no planejamento.

Finalmente pôde ser feita a conclusão desta análise da obra do estudo de caso abrangendo um comentário geral sobre o que foi descrito e observado no trabalho, discutindo a implantação das sugestões.

2 OBJETO DO ESTUDO

2.1 EMPRESA

A empresa estudada é uma construtora de grande porte com mais de três décadas de atuação no mercado imobiliário em todo território nacional. Tem como seu principal foco o cliente de baixa renda, elaborando assim os produtos chamados econômicos.

É reconhecida pela velocidade de produção dos seus empreendimentos e por oferecer diversos planos para facilitar o pagamento. A alta procura e o sucesso de vendas são consequências desses atributos.

Possui certa variedade em seus produtos, como casas assobradadas, edifícios de multipavimentos, variando de 5 a 14 andares. Todos os empreendimentos possuem em comum o processo construtivo de sua estrutura – em alvenaria ou simplesmente alvenaria estrutural. Atualmente essa empresa tenta, a princípio a título de experiência, o emprego de novas tecnologias construtivas como o uso de paredes estruturais maciças moldadas in loco.

A empresa possui, dentre outras certificações, nível A no Programa Brasileiro de Qualidade na Produção da Habitação (PBQP-h), fato esse que permite concluir tratar-se de uma empresa que se encaixa nos padrões de qualidade exigidos pelo mercado.

Sua estrutura organizacional é extremamente complexa se analisarmos todos os departamentos. Porém, apesar do grande porte, possui a estrutura da produção comum, sem grandes diferenças das demais empresas construtoras do mesmo porte.

ESTRUTURA PRODUÇÃO



Tem como principais metas atuais continuar crescendo exponencialmente, com planos de curto prazo, que consistem na produção e entrega anual de 40.000 unidades habitacionais, de médio prazo, com 70.000 unidades anuais, até chegar à impressionante marca de 100.000 unidades entregues por ano. Esta marca, uma vez atingida, certamente fará da empresa a maior construtora do mundo no mercado popular residencial.

2.2 EMPREENDIMENTO

O empreendimento estudado foi recém entregue aos clientes. Está localizado na zona noroeste da cidade de São Paulo em um bairro de classe média.

Trata-se de um empreendimento com apenas uma torre, em um terreno de 2.370 m², executada em alvenaria estrutural sobre pilotis (estrutura reticulada de concreto armado convencional) com blocos de concreto modulados, de resistências variáveis conforme os pavimentos. Possui 12 pavimentos sendo 2 subsolos de estacionamento, 1 subsolo com apartamentos e estacionamento, térreo com

apartamentos e área social comum, 8 pavimentos tipo, cada um com 8 unidades e ático (casa de máquinas, barrilete e reservatório superior de água), totalizando 79 unidades.

Figura 1 - Ilustração de venda do empreendimento.



FONTE: folder de divulgação

Figura 2 - Implantação ilustrativa.

Implantação



FONTE: folder de divulgação

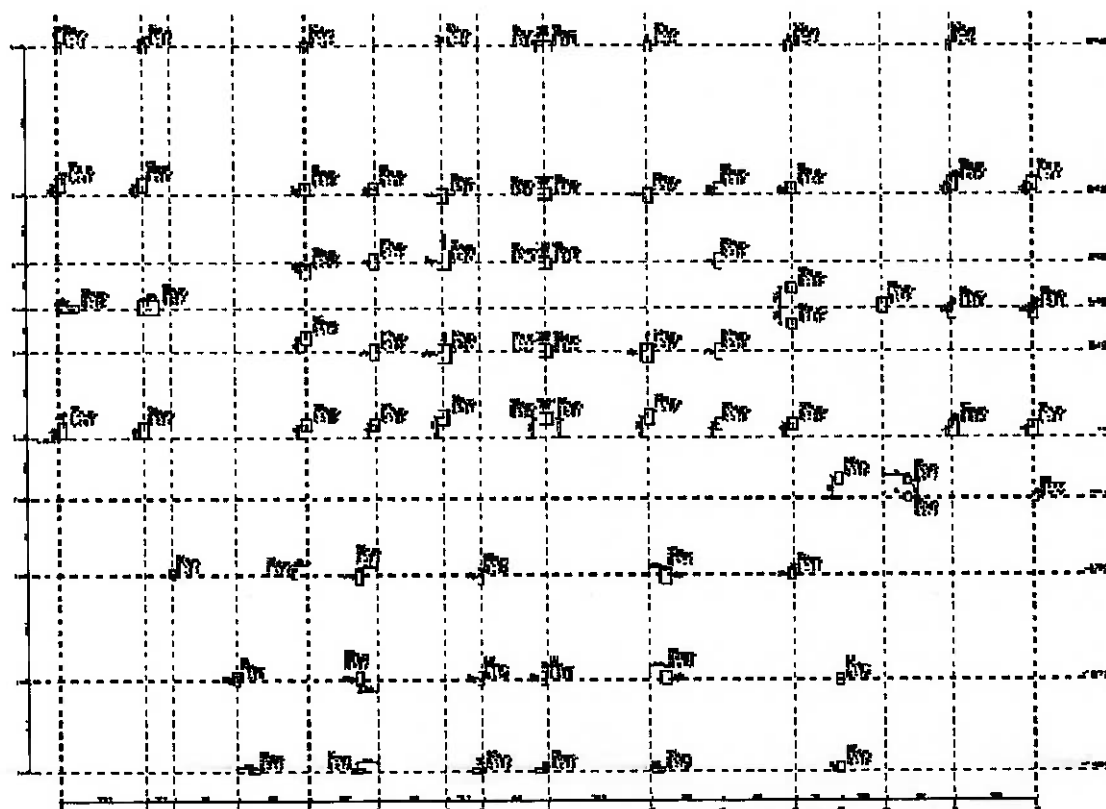
O período total de execução da obra, do início da primeira estaca até a entrega das chaves, foi de 30 meses. O empreendimento, como produto final, tem os seus pontos positivos para os clientes como uma arquitetura diferenciada, área verde preservada e boa localização. No entanto, para empresa, o alto custo com a baixa velocidade de produção fez com que os resultados esperados não fossem atingidos.

Figura 4 - Obra em talude.



Pela configuração do terreno, houve a necessidade da execução do gabarito de marcação dos eixos da obra em diferentes níveis. Um gabarito feito dessa maneira facilita a ocorrência de erros na locação dos eixos devido aos desvios acumulados nesses diferentes níveis. Outro agravante dessa situação é que muitas vezes os eixos apresentam distâncias entre si menores de 3 cm.

Figura 5 - Eixos com distâncias muito pequenas entre si.



Tal situação também obrigou o planejamento da obra a executar as fundações por etapas. Etapas essas que eram separadas a cada vez que o gabarito mudava de cota.

Figura 6 - Gabarito em diferentes níveis e sequência de etapas.



3.2 CANTEIRO RESTRITO

O espaço para canteiro de obra era bem restrito em função das características do terreno e do projeto, fazendo com que o estoque e controle dos materiais se tornassem mais complicados.

A projeção da área da edificação com estacionamento ocupava grande parte da área do terreno, restando apenas trechos em talude, restringindo assim o armazenamento dos materiais. Este fato fez com que equipamentos que trazem agilidade às descargas e armazenamentos dos materiais, como empilhadeira e carrinho hidráulico, se tornassem fundamentais para o dia a dia do almoxarifado.

Figura 7 - Edificação ocupa grande área do terreno.



3.3 TORRE ÚNICA

O projeto era composto por uma única torre, fazendo com que existisse apenas uma frente de serviços na obra, ou seja, se houvesse algum imprevisto na torre, por exemplo, avaria no elevador de carga ou atraso de uma determinada equipe em algum serviço, acabava atrasando a produção da obra como um todo. A única alternativa quando isso acontecia era atacar as áreas externas, mas assim alterava-se totalmente o planejamento inicial.

Esses serviços externos não estavam negociados com os empreiteiros fazendo com que o custo de execução ficasse mais alto ou até mesmo que os funcionários, que são na sua maioria tarefeiros e trabalhavam por produção, não aceitassem essas condições e deixassem a obra. Além disso, os que aceitavam esse trabalho nas áreas externas tinham que interromper esses serviços iniciados

quando as frentes de trabalho na torre eram liberadas novamente. Gerando assim um alto custo na execução das áreas externas e com alto índice de re-serviços.

Figura 8 - Torre única.



3.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS FUNDAÇÕES

Em função das condições do terreno, a solução definida pelo consultor para execução das fundações foi em estacas Strauss cuja execução é complexa e lenta, o que já confronta com as características normais para esse tipo de obra (alvenaria estrutural).

Esse tipo de fundação consiste de estacas concretadas, moldadas in loco, escavadas mecanicamente através de uma sonda, ou piteira. O equipamento utilizado é bem versátil e leve, por isso é de fácil movimentação e pode ser utilizado inclusive em locais confinados e com pé direito baixo. Consiste basicamente em um tripé com uma roldana para movimentação da piteira através de um motor simples.

Figura 9 - *Execução de estaca Strauss.*



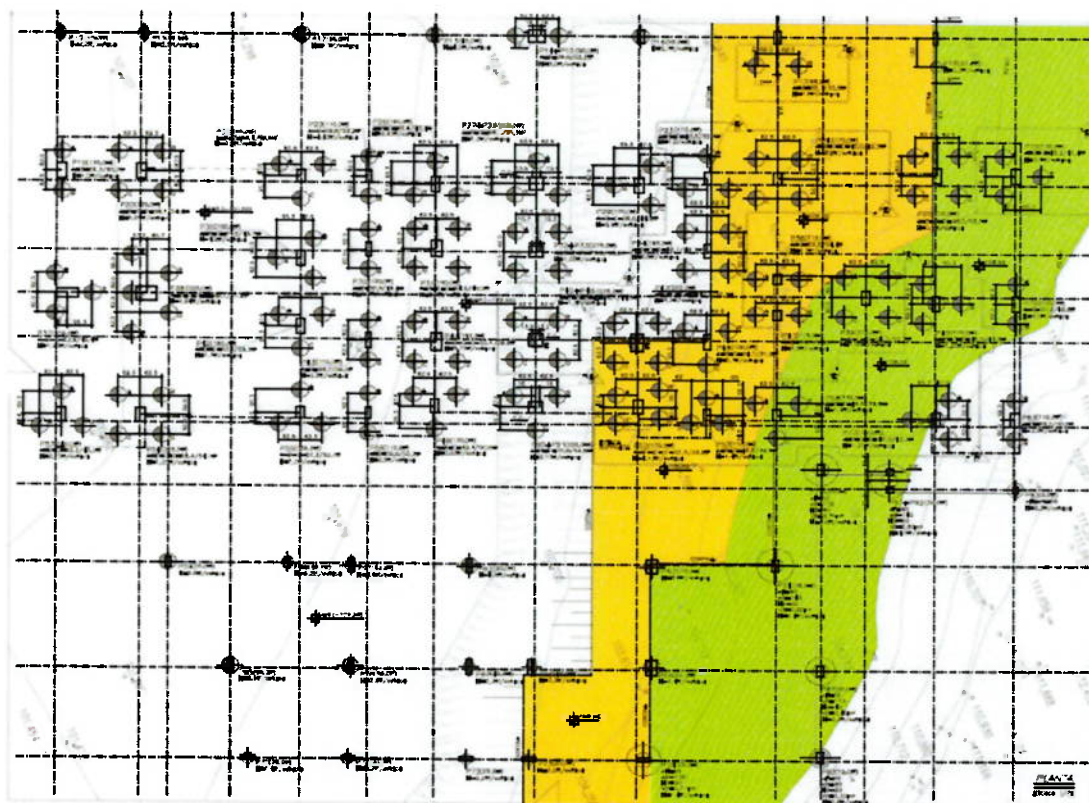
Simultaneamente à escavação são introduzidas camisas metálicas divididas em segmentos rosqueados até que se atinja a cota ou profundidade desejada para a estaca. A concretagem é realizada lançando-se o concreto pelo interior das camisas, retirando gradativamente o revestimento metálico e simultaneamente se pila o concreto. Esse revestimento metálico serve para que não haja mistura do solo com o concreto, além de impedir o estrangulamento do fuste.

Devido às suas características, essa solução pode ser empregada em locais com grandes desníveis e em diversos tipos de solo, sem causar vibrações que podem afetar as construções vizinhas.

O principal fator que foi levado em conta para utilização de tipo de estaca foi o desnível do terreno. As estacas partiram de mais 50 diferentes cotas do terreno e ainda tinham mais de 30 cotas de arrasamento diferentes. Houve a necessidade da execução de dois platôs, com material importado, em diferentes momentos, para execução das estacas em trechos inclinados sobre taludes, material esse que teve que ser retirado, também em diferentes momentos.

Como o consultor de solos e fundações privilegiou o uso do mesmo tipo de estacas para toda obra, a solução entendida como a melhor relação custo x benéfico foi fundações em estacas *Strauss*, pois é a solução que tornaria possível a execução nos diferentes níveis do terreno e acessaria os platôs com mais facilidade, além de atingir as capacidades de carga previstas.

Figura 10 – Planta de cargas de fundações.



Área laranja – 1º nível de platô. Área verde – 2º nível de platô.

Entretanto essa solução trouxe alguns transtornos à obra, pois gerou uma grande quantidade de lama durante sua execução o que tornou os serviços que foram executados na sequência, como vigas baldrame e blocos, mais difíceis e lentos. Isso acabou desmotivando a equipe à frente desses serviços, pois, por diversas vezes, mesmo realizando as escavações das valas manualmente, a equipe ficava sem frente de trabalho. Os operários também eram obrigados a trabalhar na lama, deixando-os mais cansados e com uma produtividade menor. Além disso, a produtividade máxima não passava de duas estacas por dia. Esses fatores geraram um custo inicial não previsto e um atraso na etapa de fundações, tendo impacto no decorrer da obra.

Figura 11 - Caçambas com resíduos das estacas - lama



Outro aspecto foi que as escavações dos blocos e baldrames, além de profundas, tiveram que ser, quase que em sua totalidade, executadas manualmente, pois era impossível o acesso de máquinas no local das escavações. Isso fez com

que, além de lenta, essa etapa se tornasse perigosa pelos riscos de desmoronamentos.

Figura 12 - *Escavação manual de bloco.*



A maior capacidade de carga de qualquer tipo de estaca se deve ao atrito lateral e, pelas fotos, observa-se que tal propriedade foi comprometida em algumas estacas, pois não estavam mais confinadas em solo natural.

Figura 13 - *Estacas com fuste à mostra por causa de desmoronamentos.*



Essas características das fundações aliada com as do terreno fizeram com que a concretagem dos blocos e vigas baldrame se tornasse extremamente complicada. Em geral, o volume das concretagens era baixo, pela impossibilidade de liberar muitas frentes, devido aos riscos de desmoronamentos. Isso inviabilizava o uso de bomba no processo. Uma quantidade razoável de lama no percurso das giricas até as peças a serem concretadas, e os acessos ruins para o lançamento do concreto contribuíram para dificultar ainda mais a concretagem dos elementos que compõem a infra-estrutura.

3.5 ESTRUTURA MISTA

Os dois primeiros pavimentos da obra foram executados em estrutura reticulada de concreto armado, restringindo ainda mais o canteiro durante sua

execução devido às escoras e re escoras das vigas e lajes. Os dois próximos pavimentos são em estrutura mista (estrutura reticulada de concreto armado e alvenaria estrutural). Já os demais pavimentos são em alvenaria estrutural.

Figura 14 - *Execução de peça em concreto armado e alvenaria estrutural.*



A mão de obra que geralmente presta serviços de carpintaria e armação para o tipo de obra estudada, em alvenaria estrutural, está acostumada a estruturas bem mais leves e simples, tendo certa dificuldade em executar essa etapa no prazo planejado, tornando outra etapa mais lenta e cara do que o usualmente alcançado.

3.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Os projetos arquitetônicos e estruturais apresentavam alguns problemas de compatibilização entre si, e estes também não eram compatibilizados com os projetos complementares (instalações – elétrica, hidráulica, gás, combate a incêndio, comunicação, telefonia, sistema de proteção de descargas atmosféricas). Esse fato fez com que muitas decisões fossem tomadas às pressas no próprio canteiro, sem tempo para buscar as melhores soluções.

A paginação dos blocos da alvenaria foi revisada na obra em função da adaptação de alguns vãos e eixos de janelas que estavam diferentes do arquitetônico. Houve a necessidade de utilizar blocos cortados longitudinalmente para ajustar o pé direito. Fôrmas de vergas pré-moldadas também foram definidas em campo.

Foram feitas adaptações no canteiro nos isométricos de água fria das cozinhas e banheiros bem como paginação das chapas de compensado das lajes, localização e material do reservatório inferior, alteração da rota de fuga no 3º subsolo, locação do espaço gourmet, playground e fitness, níveis de lajes e outras.

Essas incompatibilizações trouxeram como consequência, re-trabalhos, com impactos na qualidade, e elevando os custos.

3.7 ÓRGÃOS AMBIENTAIS

O terreno onde o empreendimento da obra estudada está situado possui muitas árvores que, inicialmente seriam todas mantidas. Porém, com o andamento da obra, houve a necessidade da retirada de duas, sendo que uma delas impedia a execução de uma estaca, desencadeando o atraso de uma laje inteira, bem como um setor (asa) da alvenaria estrutural.

Figura 15 - Talude arborizado.



Essa árvore estava posicionada em uma das extremidades da projeção da edificação e nem o topógrafo foi capaz de verificar com antecedência que ela iria impossibilitar a execução da estaca posicionada ao seu lado. Na etapa da execução das estacas, naquele nível em que se encontrava, foi constatada tal interferência e a obra teve que aguardar aprovação do Departamento de Parque e Áreas Verdes (DEPAVE) para então poder cortar a árvore (180 dias). Depois do corte realizado, teve-se que retirar sua raiz principal manualmente, em função do local em que se encontrava. Efetuado esse destocamento, foi executado um tubulão telescópico com manilhas em concreto armado. Decisão essa tomada pelo consultor.

Figura 16 - Árvore ao fundo, localizada no eixo de uma estaca.



A outra árvore estava bastante comprometida por cupins e, apesar desse fato ter sido notado tardiamente, esse corte não gerou impacto ou atrasos no andamento da obra devido ao seu posicionamento em relação à obra. Apenas o custo orçado aumentou, tanto pelo corte dessa árvore quanto pela compensação ambiental necessária, tendo em vista que era uma árvore de grande porte.

Figura 17 - Raiz da árvore comprometida por cupins.



3.8 TRANSPORTE DE MATERIAL

- **HORIZONTAL**

Para o transporte horizontal dos materiais no canteiro, se fez necessário o emprego de alguns equipamentos que comumente dão agilidade às descargas e armazenamentos de materiais. Na obra em questão, devido às características do canteiro, esses equipamentos se tornaram praticamente imprescindíveis para o andamento normal da obra. Equipamentos como empilhadeira e carrinho com macaco hidráulico foram utilizados nas descargas de blocos, pisos cerâmicos, gesso, cimento, enfim, os materiais que eram entregues em paletes.

A empilhadeira possibilitava a retirada de paletes de cima do caminhão, muitas vezes na rua pelo fato de alguns deles não conseguirem entrar na obra e

armazenamento em baixo do pilotis. Já o carrinho com macaco hidráulico possibilitava o remanejamento desses paletes e a estocagem onde a empilhadeira não entrava.

Figura 18 - *Blocos transportados em paletes por empilhadeira.*



- VERTICAL

No transporte vertical foi utilizado um elevador de carga comum (de cabo de aço) instalado dentro do poço do elevador, visando assim evitar que a fachada se tornasse um gargalo. Além de uma mini grua e um guincho de coluna (velox) também trabalhando por dentro do outro poço de elevador.

Figura 19- *Guincho instalado dentro do poço definitivo de elevador.*



O planejamento inicial da obra para transporte de materiais não deu certo, pois um palete com dimensões padrões entra numa cabine de guincho convencional o que possibilita o carrinho hidráulico deixar os paletes dentro do elevador para sua retirada nos andares superiores. Porém, como o guincho utilizado nessa obra não era convencional, foi fabricada uma cabine com dimensões diferenciadas para poder trabalhar dentro do poço do elevador em questão. Reduzindo assim o potencial de cada um desses equipamentos para o transporte de cargas no canteiro além das possibilidades do próprio estoque.

3.9 PROCEDIMENTOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO

A empresa em questão possui procedimento de execução de serviços (PES). Porém, alguns deles não puderam ser seguidos nessa obra, além de alguns detalhes padronizados não corresponderem aos folders de divulgação.

Pelo fato dos projetos não estarem compatibilizados entre si, o único projeto para produção, o de alvenaria, não foi possível de ser seguido, inutilizando assim a vantagem dessa ferramenta no canteiro.

3.10 QUALIDADE DA MÃO DE OBRA X MERCADO X SITUAÇÃO LOCAL

O ano em que a obra deste estudo de caso iniciou (2009) foi um ano pós-crise mundial e houve um reaquecimento acelerado do mercado da construção civil no Brasil. Este ano também foi bastante importante para o mercado da construção civil em geral, devido a alguns planos lançados pelo governo visando o desenvolvimento do país e aproveitando-se da situação econômica favorável diante dos países ricos. Esses planos movimentam o mercado da construção civil, sejam em obras chamadas de construções pesadas, que são obras de infra-estrutura, rodovias, viadutos, barragens, portos, etc, em função do PAC, ou em construção civil residencial, principalmente obras com foco no cliente de baixa renda com o plano “Minha Casa Minha Vida”.

Esse fato, apesar de positivo do ponto de vista econômico, trouxe consequências diretas e imediatas na linha de frente da produção nos canteiros de obras de um modo geral em todo país, consequências estas que também afetaram a produção da obra em questão.

A política de contratação de serviços terceirizados dessa construtora consiste em uma estratégia ousada e aparentemente única no Brasil. Se baseia em uma tabela de preços inicialmente abaixo do mercado, porém, a empresa oferece benefícios que outras concorrentes não oferecem como o fornecimento de todos os equipamentos de proteção individual (EPI) e ferramentas, cesta básica ou vale

refeição, pagamento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e exames médicos dos funcionários, além de uma assessoria contábil. Essa estratégia tem como um dos objetivos incentivar e formar empreiteiros pequenos, que precisam apenas de um capital de giro inicial e levar o funcionário para trabalhar na obra.

Esse processo tem pontos positivos e negativos. Se por um lado facilita o surgimento de alguns prestadores de serviços, incentivando novos empregos e também dispondo de grande número de empresas para prestar serviço para construtora, por outro lado, incentiva pessoas despreparadas e sem capacidade a abrirem sua empresa através dos benefícios oferecidos.

Assim como várias empresas construtoras inseridas no mesmo mercado, a construtora contrata e paga os serviços terceirizados por quantidade de serviço entregue, seja por m³ de concreto, m² de alvenaria, m² de revestimento, etc. Isso faz com que a modalidade de pagamento desses funcionários terceirizados se baseie na produtividade de cada um. São os chamados “tarefeiros”.

Esses profissionais sempre entenderam que, apesar de receberem um valor menor por unidade de serviço prestado nas obras da construtora estudada, tinham condições de uma maior produção no canteiro, devido às características usuais das obras dessa empresa, recebendo ao final do mês um valor igual ou muitas vezes superior ao que receberiam em outras construtoras. Também podiam contar com a segurança de continuidade nos serviços em outras obras, pelo potencial econômico da empresa e seu estoque de terrenos.

Com o mercado em plena ascensão, o perfil desses profissionais mudou e o comprometimento com seu empregador (empreiteiro) e com a construtora diminuiu ou quase acabou. Não mais interessava a segurança, os benefícios, as possibilidades de crescimento profissional. O único foco desse profissional passou a ser o valor recebido por unidade de serviço prestado.

A condição do mercado fez com que essa política de contratação de mão de obra terceirizada descrita acima não mais interessasse aos prestadores de serviço, pois estes não tinham condições, com os preços oferecidos, de conseguir uma equipe capacitada e principalmente comprometida com a obra. Naturalmente a

empresa aumentou seus preços ao passo do mercado e em algumas obras essa situação foi contornada em função do grande volume de serviços negociados. A falta de comprometimento, porém, foi grande chegando até a situação dos profissionais trabalharem meio período, pois no período em que trabalhavam já haviam produzido o equivalente a um bom valor em dinheiro naquele dia, entendendo que não mais era necessário para ele continuar trabalhando. Já na obra estudada, conforme descrito nos tópicos anteriores, não se tinha grande volume de serviços nem uma alta velocidade de produção como atrativo, daí o quão prejudicial para a obra em questão foi o crescimento frenético do mercado, pois é muito difícil manter uma equipe treinada e motivada durante toda a obra.

Agravando essa situação, uma construtora concorrente lançou um empreendimento do outro lado da rua da obra estudada, num terreno plano. São três torres, no mesmo processo construtivo, com elevadores cremalheira e guindastes para transporte vertical, aumentando a velocidade e facilitando a produção, atraindo assim empreiteiros e profissionais tarefeiros realmente comprometidos com a obra. Desestimulando ainda mais os funcionários que atuaram na obra do estudo de caso mesmo com os preços compatíveis com os da obra vizinha e que já estavam acima do valor da tabela da empresa.

Figura 20 - Lançamento no terreno da frente.



Isso fez com que os empreiteiros que se dispunham a executar os serviços não fossem tão idôneos, além de apresentarem uma qualidade administrativa e de suas equipes de produção muito ruins. Ou, quando se tratava de um empreiteiro parceiro da empresa ou do engenheiro, até aceitava executar alguma frente, mais no intuito de ajudar do que de tirar algum lucro, porém disponibilizava para isso equipes formadas por profissionais despreparados e que ainda assim não tinham o menor comprometimento com os serviços.

Como consequência disto os empreiteiros, que já recebiam um valor diferenciado por executarem uma frente que não lhes interessava, tiveram prejuízos sérios, pois seus funcionários, que não eram capacitados para desempenharem as funções designadas, acabavam não tendo uma produtividade mínima diária sendo necessário desfazer e refazer os serviços diversas vezes devido à má qualidade na execução. Dificultando assim a produção até mesmo com esses parceiros.

A execução das principais etapas (fundações, estrutura, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas, etc) foi realizada por inúmeros empreiteiros diferentes, como

no caso das instalações, em que chegaram a passar pela obra mais de sete prestadores de serviços diferentes para executar a mesma frente. O que é atípico e ruim, ainda mais para uma obra do porte da estudada, composta de poucas unidades.

3.11 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Há um procedimento interno à empresa da obra desse estudo que determina como serão executados os ensaios de compressão dos blocos estruturais. Esse procedimento prevê que os blocos devem ser pedidos com antecedência e enviados para análise, ficando o lote interditado até ser liberado pelo engenheiro da obra após a verificação dos resultados.

Como não havia espaço para estoque no canteiro, grande parte dos blocos foi aplicada sem a devida liberação, principalmente na etapa inicial da obra, que é a mais crítica do ponto de vista estrutural.

Quem negocia os blocos para cada obra é o departamento de suprimentos da empresa, visando com isso, um maior poder de negociação. O fornecimento de blocos para essa obra se deu através de uma negociação nova e a empresa estava iniciando o contrato com esse fornecedor. A fábrica não foi vistoriada e nem foram obtidas referências sobre o fornecedor. Em função da confiabilidade costumeira dos fornecedores de materiais com função estrutural para construtora, a obra utilizou os blocos antes dos relatórios com os resultados dos ensaios das amostras chegarem.

Foi detectado problema de resistência em mais de 80% dos lotes fornecidos até o quinto pavimento de alvenaria, além de problemas em outros canteiros. Com isso, houve a necessidade de executar um reforço nesses pavimentos executados.

4 SOLUÇÕES ADOTADAS

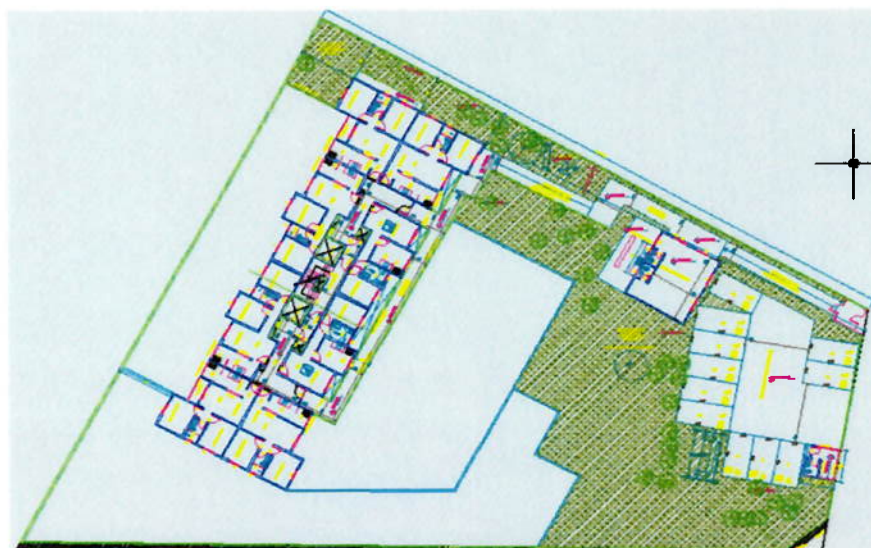
4.1 DESNÍVEL NATURAL DO TERRENO

Não foram encontradas descrições de detalhes ou procedimentos para execução de gabaritos para esse tipo de terreno. A solução adotada no canteiro foi a execução de um gabarito independente a cada desnível de 1,20 metros. Além disso, alguns pontos só eram possíveis de serem locados por uma equipe de topografia que foi contratada exclusivamente para locação desses pontos.

Normalmente a empresa contrata a equipe de topografia que loca os quatro cantos de cada bloco que compõem a obra. Feito isso, são checados os afastamentos entre os blocos e as divisas do terreno. Estando com medidas compatíveis com as dos projetos é, então, iniciada a execução dos gabaritos através de tabeiras de madeira. Estas devem estar niveladas e, através do cruzamento de alguns de seus eixos, os pontos de carga de cada elemento de fundação.

Outro ponto importante se refere à área de cada uma das quatro lajes de estacionamento, que possuem projeções diferentes entre si e também da projeção do prédio. Isso dificulta a percepção, durante a etapa de locação da obra, de qual ponto de fundação pertence ao corpo do prédio e o qual é do pilotis.

Figura 21 - *Projeção das áreas construídas.*



O desnível do terreno aliado as projeções diferentes dos pavimentos, fez com que a obra executasse o gabarito em diferentes níveis, propiciando erros acumulados a cada gabarito e obrigando a locação de alguns pontos exclusivamente pela topografia, sem a conferência com o gabarito.

Em terrenos com essas características topográficas, se faz necessário uma compatibilização prévia entre o projeto estrutural e o arquitetônico para se evitar falhas nos afastamentos mínimos exigidos pela prefeitura.

Com a solução adotada para as fundações, que gerou muita lama pelo canteiro e dificultou a execução do gabarito e locação dos eixos; um planejamento diferenciado para execução desse gabarito e de como os piquetes serão conservados e encontrados em meio à lama, se torna mais relevante que em obras com outras características.

4.2 CANTEIRO RESTRITO

Pelas características de topografia do terreno e pela arquitetura do projeto o canteiro ficou bastante restrito. As áreas de vivência, almoxarifado e engenharia (edificação existente onde funcionava o plantão de vendas) ficavam inicialmente no nível térreo de projeto e posteriormente foram re-allocadas para o 2º subsolo enquanto a obra ocupava todo espaço do 3º subsolo.

As entradas da obra eram apenas pelo 3º subsolo e pelo térreo e o acesso entre esses dois pavimentos se dava através de uma rampa ou pelas escadas.

Figura 22 - Acesso de materiais à obra.



A figura acima mostra, por trás do portão metálico, uma rampa para acesso de materiais do 3º subsolo para os demais pavimentos. Não era simples o transporte de materiais através dessa rampa.

O planejamento da área de vivência e logística de canteiro é fundamental. Essa estratégia adotada na obra foi bastante razoável. Aproveitou-se inicialmente a edificação existente para servir de escritório e parte do almoxarifado e, ao lado desse espaço plano, foram implantados refeitório, vestiários e banheiros. Posteriormente, quando a estrutura reticulada em concreto armado estava pronta, esses setores foram transferidos para essa nova área, aproveitando-se as lajes do pilotis e o 3º subsolo passou a servir como depósito de blocos, sacarias, pisos e demais materiais paletizados que eram descarregados pela empilhadeira.

4.3 TORRE ÚNICA

Obras constituídas por uma torre requerem um planejamento específico para tal. Proporcionalmente obras com esse tipo de projeto são um pouco mais lentas que aquelas constituídas por várias torres, por não existirem alternativas para seguir a produção num eventual problema ou imprevisto encontrado.

O fato de a edificação estudada apresentar uma junta de dilatação, que a dividia em duas asas, foi um ponto positivo que permitiu elaborar um planejamento mais ágil para a produção. Foi previsto que um conjunto de tarefas seria executado simultaneamente por asa. Cada uma dessas etapas teria o ciclo de uma semana e assim nenhuma frente de trabalho impediria a outra de iniciar, desde que o conjunto de serviços fosse efetivamente concluído, sem deixar pendências. Ou seja, pelo planejamento da obra, sempre haveriam frentes liberadas e em condições de serem finalizadas, resolvendo assim o grande problema de atingir uma boa velocidade de produção em apenas uma torre. Porém, se por algum motivo uma das equipes não concluísse ou tivesse sua etapa não aprovada, atrasava toda cadeia de tarefas subsequentes.

Esse fato se tornou corriqueiro, em grande parte pela falta da qualidade e comprometimento da mão de obra - fato comentado no item 4.10. A gerência da obra era forçada a autorizar o início de serviços em frentes que não estavam totalmente liberadas, ou seja, começava-se uma etapa de serviço já sabendo que ela não seria concluída ou que geraria algum tipo de re-trabalho. Essa obrigação se dava, pois, se os funcionários tarefeiros parassem de produzir, eles simplesmente deixariam a obra. Isso levou a uma quebra na sequência ótima das etapas desencadeando muitos re-trabalhos, comprometendo assim não só a velocidade de produção, mas também a qualidade geral dos serviços, principalmente dos acabamentos.

Entendendo que obras com apenas uma torre requerem um planejamento diferenciado, estratégias como as adotadas na obra, onde se criou um conjunto de tarefas a serem executadas simultaneamente numa mesma frente de trabalho (asa), são válidas para não travar a produção e permitir que todos os serviços fluam sem hiatos. Porém, para esse planejamento refletir a realidade da obra, as equipes

devem estar formadas de maneira que cada uma leve o mesmo ciclo de dias para concluir sua atividade naquela frente de trabalho (asa); e nenhum serviço pode ser interrompido, pois, se isso ocorrer, os serviços subseqüentes terão que aguardar.

4.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS FUNDAÇÕES

A solução de projeto para as fundações foi em estacas Strauss. As soluções mais comuns encontradas para esse tipo de obra não foram possíveis. Fundação em tubulão foi descartada, pois o nível de água era muito alto. Fundação em estacas protendidas de concreto pré-moldado se inviabilizaria pelo alto risco de quebra das mesmas (terreno com muitos resíduos de rocha). Estaca hélice continua não seria possível pela impossibilidade de posicionar o equipamento para execução de algumas estacas em locais mais íngremes.

As únicas possibilidades que atenderiam as altas capacidades de carga exigidas e a execução com o nível de água alto nessas características de solo e topográficas do terreno seriam estacas strauss ou estacas raiz. Optou-se então pela solução de menor custo, fundação em estacas strauss.

Esse tipo de solução gera muita lama espalhada pelo terreno e o equipamento que fazia as escavações tinha que alternar entre os diversos níveis de gabarito, conforme descrito anteriormente. Para que a equipe pudesse localizar e preparar outro ponto de escavação no mesmo nível, um bom tempo era perdido com os transportes internos de lama. Com relação a esse problema nada poderia ter sido feito pela grande quantidade de lama e pelo fato dos gabaritos terem sido executados em vários níveis diferentes.

Outro transtorno que essa grande quantidade de lama causou foi nos demais serviços que sucediam a concretagem das estacas, a etapa de execução das vigas baldrame e blocos. Não era possível a escavação simultânea de muitas frentes para execução desses cintamentos. Geralmente, na empresa estudada, as etapas são separadas por asa, mas nesse caso não era possível a execução das fôrmas de uma asa completa. Tornando assim o uso de bomba de concreto muito caro, pois o volume de cada concretagem era baixo. Isso fez com que os funcionários tarefeiros

que recebiam por volume de concreto aplicado ficassem desmotivados, comprometendo ainda mais a produtividade dessa etapa.

Talvez com alguma premiação financeira, incentivando os funcionários e com o uso da bomba-lança se pudesse ganhar ao menos um dia de produção em outras frentes a cada dia de concretagem. Mesmo a um custo maior, se melhoraria a produtividade de cada tarefa. Já que todas as escavações teriam que feitas manualmente pela inacessibilidade de máquinas aos locais de escavação, o desgaste físico das equipes se daria apenas pelas escavações, pois o lançamento do concreto seria feito mecanicamente.

O fato do terreno lamacento com os desníveis e a profundidade das escavações dos blocos e vigas, algumas muito profundas como na região dos poços dos elevadores, provocou vários desmoronamentos, além de aumentar a excentricidade das estacas com relação aos eixos dos blocos de coroamento, pois estas não eram cravadas totalmente aprumadas. Os desmoronamentos atingiam a região de estacas no nível mais alto, expondo o fuste de algumas delas e comprometendo assim a capacidade de carga de alguns blocos, pois, como já dito, as estacas perdiam atrito lateral.

Um projeto de terraplanagem desenvolvido de modo a manter apenas uma cota de arrasamento das estacas no 3º subsolo, facilitaria a entrada de máquinas nos locais de concretagens e escavações, pois seria possível gerir melhor os resíduos de lama e sequência de escavações. Assim, provavelmente viabilizaria o custo extra dessa terraplanagem. O planejamento prevendo um sistema de retirada ou escoamento dessa lama gerada do canteiro seria o ideal para facilitar a circulação de pessoas e materiais no local de trabalho, aumentando assim a produtividade.

4.5 ESTRUTURA MISTA

A mão de obra, cuja especialidade não era estruturas tão pesadas, com vigas de transição e pilares robustos, poderia ter dificuldade na execução usando o padrão

da construtora. Para amenizar isto, foi planejada a utilização de escoras metálicas sobre piso de concreto acabado com o intuito de facilitar e dar agilidade a execução dessa etapa.

A intenção era que se pudesse executar toda a infra-estrutura enterrada (esgoto, gás, elétrica, telefonia e combate a incêndio) e o piso de concreto para depois entrar com o escoramento e fôrmas da estrutura. No entanto, com o atraso das etapas anteriores (fundações) não foi possível essa execução por completo, então a equipe da obra teve que dividir e liberar as frentes da estrutura por partes. Porém, com o andamento da obra, tornou-se inviável seguir com a idéia inicial e parte dos escoramentos foi apoiada diretamente sobre o solo, dificultando a execução e podendo comprometer a qualidade, ainda mais com a mão de obra sem o preparo adequado conforme descrito.

Pelos procedimentos da empresa, o escoramento das lajes tipo é feito em madeira, tanto para lajes maciças (como no caso da obra estudada), quanto para lajes pré. Então, seguindo a sequência do planejamento de execução das etapas por asa, foi providenciado material para execução de duas asas. Assim não faltariam materiais para equipe de execução das lajes. Enquanto uma laje estava escorada, havia material para trabalhar na frente seguinte sem ter que esperar o tempo de deforma na frente anterior.

Na etapa de estrutura convencional, através de uma equipe mais experiente, mesmo a um custo maior, de uma compatibilização adequada entre os projetos de incêndio, elétrica, esgoto, águas pluviais e gás e de um planejamento adequado seria possível executar todo piso definitivo antes de liberar a equipe da estrutura. Mesmo com as peculiaridades discutidas anteriormente, seria possível o uso racional de escoras metálicas, aumentando assim a produtividade.

Outra solução seria a contratação de empreiteiros específicos para as diferentes etapas (estrutura convencional, mista e alvenaria estrutural). Entretanto, a disponibilidade de prestadores de serviço para execução dessa maneira, com um volume baixo de estrutura de concreto, é bem restrita. Assim, surge a oportunidade da empresa tentar o desenvolvimento de uma equipe com mão de obra própria para execução dessa estrutura.

4.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Alguns projetos da obra não estavam compatibilizados entre si. Os projetistas se basearam num pré-projeto arquitetônico. Todos os projetos; estrutural, de instalações (elétrica, hidráulica, gás, telefonia, TV, spda, combate a incêndio, etc.) e executivo foram elaborados de forma independente e baseados exclusivamente nesse pré-projeto.

Algumas das incompatibilidades observadas entre os projetos arquitetônico e estrutural foram vãos de janelas em posições diferentes nas paredes e diferença na altura de peitoril das janelas. No projeto arquitetônico as janelas estão centralizadas às paredes e a uma altura de aproximadamente 1,10m do piso. Já no projeto estrutural as janelas estão descentralizadas e a uma altura de aproximadamente 1,20 m do piso. Isso ocorreu porque na filial de São Paulo da empresa, regional responsável pela obra em questão, são utilizados blocos cortados longitudinalmente para corrigir a altura tanto de pé direito quanto de peitoril de janela. Esses blocos compensadores de altura são cortados na própria obra com uma serra tipo Clipper e são executados na terceira fiada.

A incompatibilidade com relação à descentralização das janelas se deu provavelmente pela facilidade do projetista em paginar as elevações das paredes. Para esses casos, optou-se na obra por seguir o projeto arquitetônico e adaptar a paginação na própria obra.

Figura 23 - Exemplo de paginação de alvenaria.

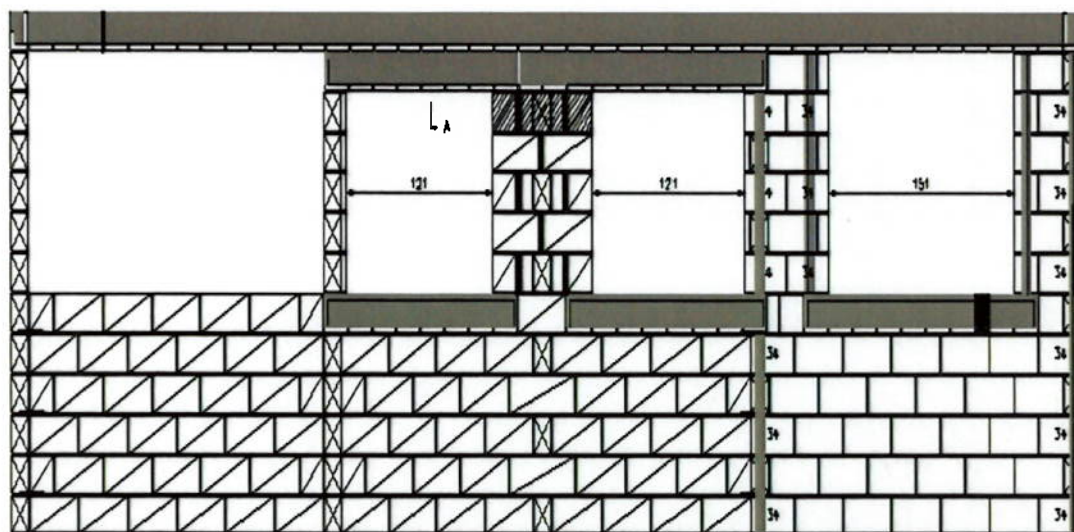
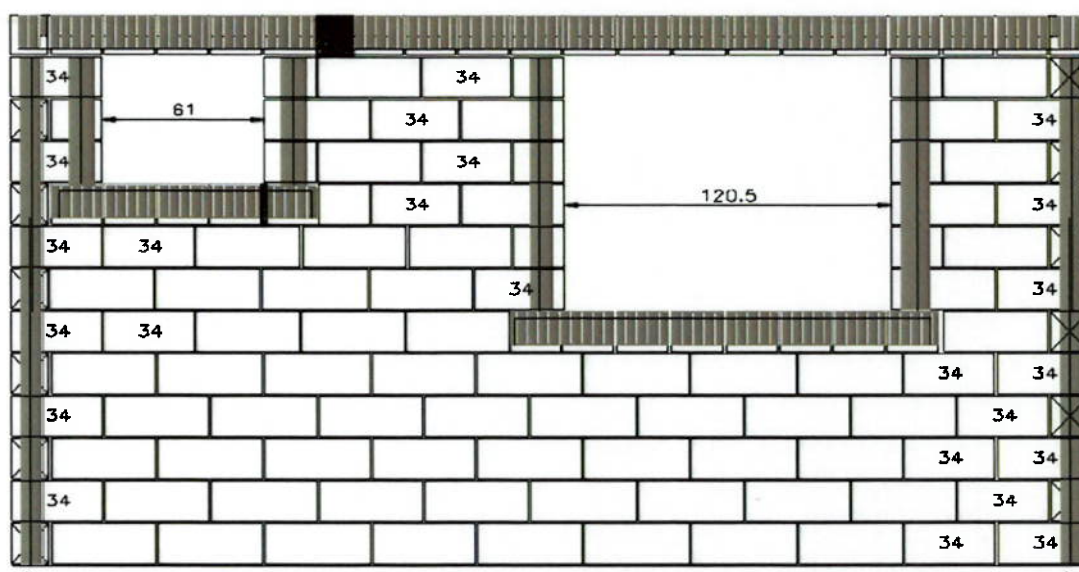


Figura 24 - Exemplo de paginação de alvenaria.



Na primeira imagem acima é possível observar que há um vão do lado esquerdo, que não existe no projeto arquitetônico. Os dois vãos com 1,21 m de largura são para as janelas da cozinha, e nesse cômodo não vai forro, logo não há necessidade do vão estar rebaixado. Além disso, todos os vãos estão a 1,20 m de

altura do piso quando de fato deveriam estar a 1,10 m. Já na segunda imagem é possível verificar que o vão da janela menor, que seria de banheiro, não está rebaixado e nesse ambiente sim seria executado forro para esconder as instalações de esgoto do banheiro da unidade acima.

No projeto estrutural por si só foram verificados erros na marcação de pontos de graute. Alguns pontos estavam indicados apenas nas elevações e não nas plantas de fiadas ímpares ou pares e vice versa. Foram executados todos os pontos, os que eram mostrados nas elevações e os que eram apresentados nas plantas.

As incompatibilizações entre o projeto hidráulico e o estrutural ficaram por conta de: tubulações que passavam por dentro de vigas do pilotis; tubulações enterradas que teriam que passar por baixo de vigas baldrame, o que seria totalmente inviável devido as alturas dessas vigas e a profundidade que se encontravam; tubulações que seriam embutidas em alvenarias que a princípio seriam de vedação, mas que na realidade são estruturais.

Desvios nessas tubulações foram adaptados na obra havendo a necessidade da elaboração de outras caixas de passagem. Bonecas também foram criadas em unidades onde não haveria necessidade de tê-las. Essas soluções foram idealizadas no canteiro pela equipe de produção, engenheiro, mestre de obras, estagiários e encarregados, justamente no momento da execução da etapa de serviço. Sendo assim, essas adaptações não refletem as melhores alternativas que poderiam ter sido tomadas.

Mesmo no projeto arquitetônico aprovado houveram situações incompatíveis com o próprio terreno. No projeto consta uma árvore fora da projeção da edificação, ela estava localizada no eixo de uma das estacas, gerando assim um processo para retirada da mesma junto aos órgãos ambientais municipais (item 4.7).

O posicionamento do espaço gourmet no projeto arquitetônico ficaria sobre um trecho muito íngreme do talude então foi alterada sua locação para evitar a utilização de um caixão perdido e pilotis apenas para esse ambiente.

Figura 25 - Posição inicial espaço gourmet.

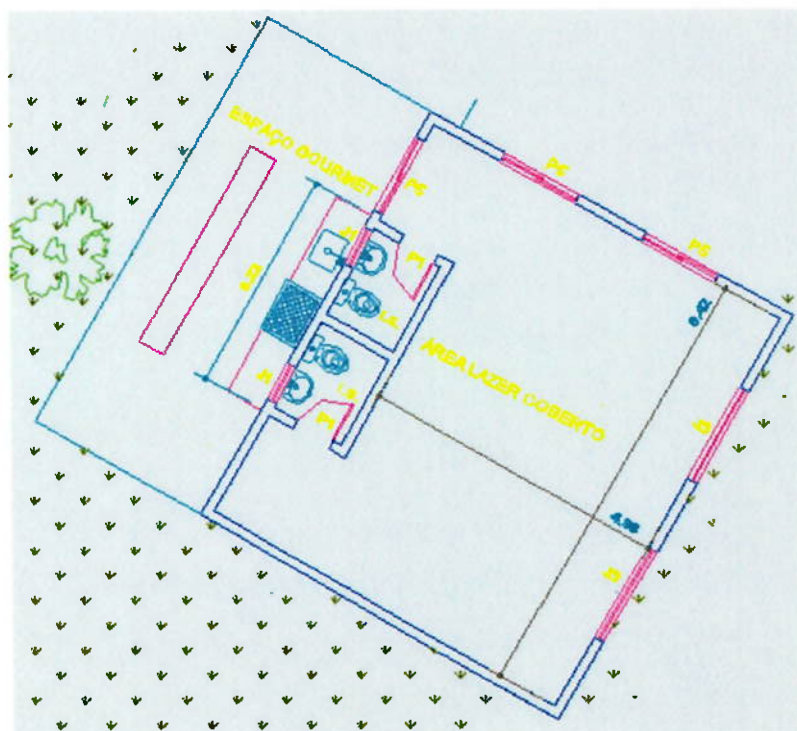
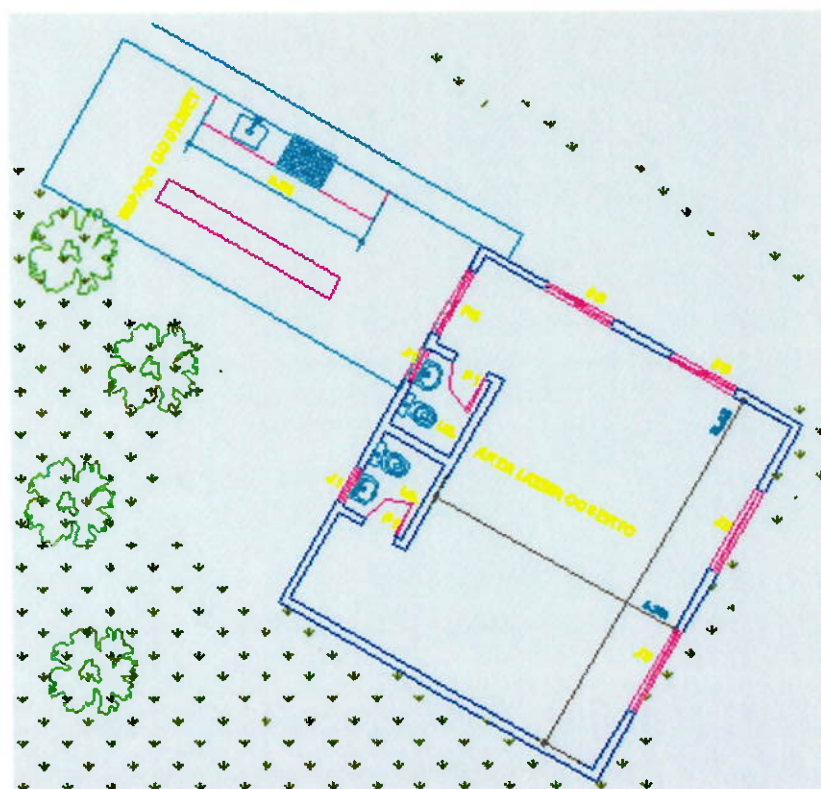


Figura 26 - Posicionamento real espaço gourmet.



A área prevista para o playground e fitness também era indicada no trecho em talude. Como solução para isso, a obra aproveitou uma área ajardinada para estabelecer tais ambientes.

Figura 27 - Ambientes criados pela obra.



A posição do edifício impedia a execução da rampa de acesso aos ambientes comuns no térreo conforme indicava o projeto. Foi necessário fazer um ângulo nessa rampa, além da drenagem e ralos que não estavam previstos no projeto hidráulico. Todas essas alterações também foram tomadas no canteiro durante a execução da rampa.

Figura 28 - Trecho rampa em ângulo e bi apoiada.



A contratação dos projetos estruturais e complementares de instalações feitas baseadas no projeto definitivo aprovado e reuniões para entrega de cada um desses projetos, organizadas pelo gestor de projetos com objetivo de compatibilizá-los entre si e expor alguma característica peculiar de cada obra certamente ajudaria muito na rotina da obra, melhorando a produtividade, a qualidade e os custos do projeto como um todo. Essas reuniões poderiam até mesmo envolver algum gestor de produção ou engenheiro que participará da etapa de execução dessa obra.

O acompanhamento do andamento desses projetos no canteiro e a retroalimentação de informações quanto a incompatibilidades, dificuldades e revisões de cada projeto preveniriam erros recorrentes e aperfeiçoariam cada vez mais os projetos.

A criação de um departamento ou contratação de uma empresa terceirizada para efetuar essas compatibilizações resolveria de imediato esse problema. Porém, sem mudanças em todo processo que envolve a etapa de projetos, esses problemas observados continuarão acontecendo, gerando atrasos, prejuízos e comprometendo a qualidade final da obra.

4.7 ÓRGÃOS AMBIENTAIS

Houve a necessidade da retirada de duas árvores do terreno, porém, nenhum desses cortes estava previsto. Inicialmente, por existirem varias árvores no terreno, foi contratado o serviço de locação e identificação in-loco dessas árvores para então haver uma compatibilização desse projeto com a implantação da obra aprovada pelo departamento de desenvolvimento imobiliário da empresa.

Com o projeto liberado, foi iniciada a locação das estacas da parte baixa para parte de maior cota do terreno, conforme descrito nos itens 4.1 e 4.4. Como explicado, os gabaritos do trecho do talude e área de terraplanagem (figura 08) foram executados posteriormente e os eixos locados com o auxílio de um topógrafo. Foi dado andamento nas cravações das primeiras estacas e essa frente foi caminhando sentido talude. Quando foram iniciados os gabaritos e locação dos eixos nesse trecho em talude, foi constatado que uma das árvores estava exatamente no eixo de uma das estacas.

Foi necessário entrar com um processo para corte de árvore junto ao DEPAVE gerando um Termo de Compensação Ambiental (TCA) e aguardar cerca de 180 dias até que a obra tivesse liberação para o corte.

Corte esse que teve seu grau de complexidade pelo fato da árvore estar localizada nos fundos do prédio (figura 14) e a equipe que fez esse serviço ter o acesso dificultado. Além disso, o destocamento dessa árvore foi feito manualmente pela equipe da obra que, mesmo tendo dois serventes trabalhando integralmente nessa atividade, demorou cerca de duas semanas.

Esse entrave segurou praticamente uma asa inteira do prédio que teve que aguardar a execução de um tubulão telescópico. Este consistia na escavação parcial do tubulão com um diâmetro de 1,20 m, para então ser colocado um tubo de concreto armado para contenção de terra. Feito isso, era introduzido nesse primeiro tubo, outro de diâmetro um pouco menor e então ia se escavando e descendo com esse tubo menor por dentro do outro e assim por diante.

Foram utilizados três tubos com 1,5 m do comprimento para execução deste tubulão, resultando numa profundidade de 4,5 m. Feito isso, deu-se continuidade normal nas vigas baldrame, blocos e o pilar que faltava para então execução da laje do pilotis, para só então dar início à alvenaria estrutural.

A outra árvore foi retirada em um segundo momento, mais de um ano depois do corte da primeira. Observou-se que ela estava comprometida e havia riscos de queda. A construtora optou em se adiantar e pedir um novo processo junto ao DEPAVE solicitando essa retirada. Esse corte se deu sobre a manta que impermeabiliza o estacionamento, o que acabou comprometendo alguns pontos que tiveram que ser refeitos.

Apesar desse transtorno, a retirada dessa árvore não afetou o cronograma da obra, não gerando maiores complicações no que diz respeito à produtividade.

A compatibilização minuciosa dos projetos com a implantação antes do pedido de aprovação na prefeitura teria evitado esse problema. Um estudo prévio da locação de cada estaca em casos mais complicados como esse do estudo, também teria antevisto o problema e facilitaria a tomada de decisão para essa solução.

4.8 TRANSPORTE DE MATERIAL

Para transporte vertical, estudou-se a possibilidade do uso de grua pelas características do terreno e da obra, mas pelo baixo número de unidades habitacionais produzidas inviabilizou-se pelo alto custo. Então foi pensado na utilização de uma mini-grua com uma lança de 13 metros para retirada de paletes de blocos de cima dos caminhões que teriam que ficar na rua (um caminhão não

conseguiria manobrar e se posicionar dentro do canteiro para essa descarga), mas esse equipamento se inviabilizou pelo fato de passar uma rede elétrica na rua e seria impossível o içamento de qualquer material sem cruzar essa rede, o que é proibido por norma.

Com essas duas opções descartadas, para transporte vertical restou apenas o uso do elevador a cabo convencional, já que não faz parte dos procedimentos da empresa o uso de elevadores cremalheira. Entretanto, para utilização usual desse equipamento, seria necessário que se deixasse um pano de cada uma das lajes do estacionamento, sem ser executado e que uma sacada por andar tivesse seu acabamento atrasado para receber material em cada pavimento. Com o intuito de evitar esses inconvenientes, a obra contratou um elevador adaptado que trabalhava internamente a um dos poços dos elevadores do edifício.

O equipamento trabalhou normalmente, mas apenas a cabine era adaptada para caber dentro do poço. As cancelas eram do tamanho convencional e impediam que um pequeno trecho de alvenaria fosse executado por pavimento, além de impossibilitar a execução de um dos quatro batentes metálicos para portas corta fogo que há em cada pavimento. Outro fator que não transcorreu como esperado foi que a intenção era de subir paletes nesse elevador, mas estes não passavam pelo vão da cancela.

Apesar desses dois imprevistos, foi positiva a solução adotada para o transporte vertical, pois permitiu a execução completa do pilotis e também não atrapalhou o acabamento de nenhuma unidade e tampouco a execução da fachada.

Além desse equipamento que transportava os principais materiais, utilizou-se um guincho de coluna tipo velox dentro do outro poço de elevador para transporte de materiais como gesso, entulho, cerâmicas, e massa. Esse equipamento foi instalado sobre a laje da casa de máquinas que serviria para apoio do motor definitivo do elevador e sua operação se dava no primeiro pavimento.

Esse equipamento apesar de não ter grande capacidade de carga e ser lento, auxiliava a obra nos horários de pico e permitia o transporte vertical de materiais simultaneamente ao elevador.

Baseado na idéia de transporte de materiais em paletes, a obra trabalhou com uma empilhadeira descarregando paletes de blocos, cimento, gesso, cerâmica e etc de cima dos caminhões que estacionavam na rua e os armazenava no 3º e 2º subsolos da obra. E para transportes até mais próximos ao elevador e em áreas menores desse ambientes, com pilares próximos, foi utilizado um carrinho hidráulico.

Essa solução adotada pela obra foi positiva, pois esses equipamentos se tornaram fundamentais para o transporte interno de materiais no canteiro e permitiu o uso de dois pavimentos como estoque de materiais.

4.9 PROCEDIMENTOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO

O único projeto para produção contratado foi o de paginação da alvenaria estrutural. Porém, como descrito acima, se fez necessário algumas alterações que praticamente inutilizaram essa ferramenta no canteiro.

Projetos para produção têm o intuito de aperfeiçoar o processo de execução de uma determinada etapa de serviço e, se utilizado corretamente, pode ser de grande valia num canteiro de obra, trazendo eficiência e eficácia à produção. Essa obra tinha potencial para explorar tais ferramentas no que diz respeito principalmente à estrutura.

Paginação das formas dos pilotis, dos painéis das lajes tipo, paginação compatibilizada dos blocos da alvenaria estrutural, dentre outros projetos para produção certamente possibilitariam uma maior produtividade nessa obra que teve como alguns dos seus grandes gargalos a indefinição e o planejamento inadequado (não que o planejamento tenha sido feito de maneira incorreta, porém foi feito baseado em informações e projetos que seriam alterados ao longo da obra) das etapas que envolviam a execução dessa obra.

4.10 QUALIDADE DA MÃO DE OBRA X MERCADO X SITUAÇÃO LOCAL

Diante da situação mercadológica descrita no capítulo anterior, e da política de terceirização de serviços adotada pela empresa, a obra arcou com conseqüências em sua produção. A falta de comprometimento dos funcionários tarefeiros e o desinteresse por parte dos empreiteiros fez com que a obra sofresse com uma baixa velocidade na execução de suas principais etapas e tivesse a qualidade desses serviços comprometida, gerando atrasos para liberação de serviços subsequentes e retrabalhos.

A obra tentou reverter esse problema aumentando o valor unitário e oferecendo premiações por metas cumpridas. Essa solução não trouxe o retorno esperado e a lentidão na produção se manteve até o final da obra.

Se a negociação de uma frente de serviço já era mais complicada pelo fato do pouco volume negociado, uma renegociação, a fim de se substituir um empreiteiro, se tornava ainda mais difícil. Esse fato fez com que a obra tolerasse a incompetência de certos empreiteiros e profissionais, mesmo sabendo que a qualidade estava comprometida e que seriam necessárias manutenções antes da conclusão da obra em alguns serviços.

Um planejamento estratégico inicial especial para essa obra, prevendo tais dificuldades poderia ter auxiliado nas negociações e melhoraria a velocidade e qualidade da produção dessa obra.

Uma seleção melhor dos empreiteiros e o envolvimento não somente do engenheiro, mas também institucional da construtora nas negociações, já que se tratava de uma obra peculiar dentre os canteiros da empresa, também faria com que os empreiteiros se comprometessem mais com essa obra evitando, ou ao menos minimizando, os problemas descritos acima.

Incentivo financeiro aos colaboradores foi tentado pela obra, mas não foi suficiente para contornar o problema relativo à mão de obra. Realmente o envolvimento de profissionais com nível hierárquico superior ao dos profissionais da

chamada linha de frente da produção contribuiria diretamente no empenho dos terceiros na produtividade dessa obra.

4.11 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

A empresa do estudo teve que arcar com os custos gerados por uma recuperação estrutural que se fez necessária por uma série de “erros” em cadeia. Não execução dos procedimentos, atrasos na emissão de laudos, fornecedor desqualificado são os principais deles.

Havia na obra um estagiário que era responsável por registrar e enviar as amostras dos blocos para ensaios. Isso foi feito, mas à medida que os ensaios chegavam eram arquivados sem a análise do engenheiro da obra. Quando foram detectadas as baixas resistências, a obra já estava no quinto pavimento de alvenaria e haviam muitos laudos que nem sequer estavam na obra. Quando esses ensaios chegaram à obra, o engenheiro notou uma grande quantidade de amostras abaixo da resistência. Então foi tomada a decisão de se retirar duas amostras (uma de parede interna e outra de parede externa) de cada unidade executada, já que não havia o mapeamento de quais apartamentos foram executados com aqueles lotes.

Assim, verificou-se que aproximadamente 90% das amostras retiradas estavam abaixo das resistências especificadas em projeto. Esse estudo foi passado ao projetista que calculou os reforços e enviou os projetos para execução na obra. O que gerou um atraso de quatro meses sem concretar nenhuma laje tipo e ainda um prejuízo que pode chegar a R\$ 1.000.000,00 se somado custos diretos, indiretos e que ainda poderão surgir, como por exemplo, multas pagas a clientes. Além de prejuízos com a sequência dos demais serviços gerando vários re-trabalhos e comprometendo a qualidade ideal de muitos serviços executados nos pavimentos que receberam esse reforço.

A maioria das unidades que sofreram os reforços estavam com os ramais de hidráulica (água fria e esgoto) prontos, caixinhas e tubulações elétricas além da fiação completa, reboco interno de cozinha e banheiro, balcão americano instalado,

e preparadas para receber o revestimento em gesso. Após a execução dos reforços com enchimento de graute, armado ou não, em algumas células dos blocos da alvenaria definidas em projeto, manutenção da massa interna, novo preparo para o recebimento do revestimento de gesso corrido e casos de quebra do granito do balcão americano foram alguns dos reparos necessários de imediato.

Posteriormente foi notado que alguns eletrodutos foram entupidos por graute. Alguns fios foram seccionados e as tubulações de telefone, interfone e TV estavam apenas sondadas. Esse problema foi detectado após a primeira demão de pintura, quando os acabamentos elétricos estavam sendo instalados e a rede interna testada, ou seja, as unidades se encontravam praticamente acabadas com revestimento cerâmico no piso e foi necessário quebrar algumas peças de cerâmica e alterar o caminhamento de alguns circuitos. Fato esse que gerou um atraso inesperado.

Com as dificuldades no canteiro, e com a estratégia de liberação de blocos antes da emissão dos laudos, um fornecedor qualificado, com uma reputação no mercado e avaliado previamente pelo departamento de suprimentos certamente teria diminuído as chances da necessidade de recuperação da estrutura ter sido feita. Além disso, a empresa de controle tecnológico, responsável pelos ensaios e emissão dos laudos, com um maior comprometimento e agilidade na emissão dos laudos dessa obra, também contribuiria para evitar esse tipo de transtorno.

5 ANÁLISE

- *Matriz comparativa*

A matriz apresentada a seguir compara um cenário ideal para obras em alvenaria estrutural voltadas ao público de baixa renda com as características da realidade da obra estudada nesse trabalho.

FATORES DE INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO		OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL	
		SITUAÇÃO IDEAL	ESTUDO DE CASO
1	TOPOGRAFIA DO TERRENO	Terrenos grandes e planos. Espaço para estacionamento com pilotis ou não, fora da área dos blocos.	Terreno de menor área e com grande diferença de nível (talude). Garagem sob a área do bloco.
2	CANTEIRO DA OBRA	Projeto permite espaço para área de vivência (refeitório, vestiário e banheiros), almoxarifado e escritório de engenharia, bem como espaço para estoque de materiais diversos como agregados, blocos, cimento, gesso, cerâmica, etc.	Canteiro restrito com área de construção ocupando todo trecho que não está sobre talude.
3	NÚMERO DE TORRES	Canteiro com muitas torres ou blocos, tendo em vista que são de um padrão econômico de obra.	Apenas uma torre.
4	FUNDAÇÕES	Geralmente soluções como tubulões, fundações diretas ou estacas hélice contínua que têm uma alta produtividade diária. Com cotas de arrasamento sem grandes variações de uma estaca para outra de blocos diferentes.	Fundação indireta em estacas Strauss. Grandes variações de cotas de arrasamento das estacas e níveis de blocos acabados.
5	ESTRUTURA	A partir das vigas baldrame já se inicia a alvenaria estrutural. Caso haja alguma estrutura convencional em concreto armado, essa se aplica à garagem e é locada independente da edificação das unidades habitacionais.	A partir das vigas baldrame se inicia estrutura reticulada em concreto armado. Após dois níveis há uma variação entre alvenaria estrutural e estrutura convencional e após mais dois níveis se inicia a edificação exclusiva em alvenaria estrutural.
6	PROJETOS	Projetos compatibilizados priorizando a produção no canteiro. Soluções mais relevantes são definidas nessa etapa, restando apenas pequenos ajustes para serem definidos no canteiro da obra.	Projetos incompatibilizados entre si e incoerentes com a realidade do terreno e da topografia. Muitas decisões tiveram que ser definidas às pressas no canteiro.
7	ÓRGÃOS AMBIENTAIS	Terrenos com pouca vegetação nativa. Se há a necessidade de algum processo ambiental, esse é resolvido antes da etapa de produção.	Canteiro com várias árvores e processos junto aos órgãos ambientais com andamento durante a etapa de produção.
8	TRANSPORTE DE MATERIAL	Como geralmente são obras com grande número de blocos, são utilizados equipamentos como sky-track, que permite o transporte vertical (até 5 pavimentos) e horizontal, ou no caso de torres são utilizadas guas. Guindastes também são comuns.	Para transporte vertical foi utilizado elevador de carga comum (à cabo) e guincho de coluna. Para transporte horizontal foi utilizado empilhadeira.
9	PROCEDIMENTOS E PROJETO PARA PRODUÇÃO	São utilizados projetos para produção como paginação dos blocos nas paredes, paginação das peças cerâmicas de piso a parede, modulação dos painéis de fôrma (no caso de lajes maciças).	Havia somente projeto de paginação dos blocos nas paredes, mas não pôde ser utilizado.
10	QUALIDADE DE MÃO DE OBRA X SITUAÇÃO DO MERCADO X SITUAÇÃO LOCAL	O aquecimento abrupto do mercado da construção civil tendo como consequência a escassez de mão de obra qualificada foi generalizada para obras de São Paulo	Uma obra no mesmo período em condições mais favoráveis num terreno em frente ao estudado.
11	RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	Nas condições normais de obra, os blocos não são liberados antes da análise. Os fornecedores já tem uma credibilidade no mercado ou a empresa realiza testes e vistorias tanto na fábrica quanto em obras desse fornecedor para comprovar a qualidade quanto ao desempenho estrutural do seu produto.	Contexto geral fez com que blocos fossem liberados sem a análise dos resultados pelo engenheiro. Material e fornecedor com qualidade ruim.

- **Análise SWOT**

Abaixo são demonstradas as ameaças, oportunidades, fraquezas e forças que se pôde levantar do projeto estudado. Analisando a situação de mercado interno à empresa bem como abrangendo um plano geral da construção civil nacional.

AMEAÇAS	OPORTUNIDADES
O próprio crescimento acelerado da empresa.	Aprimoramento PES
Vantagens oferecidas aos operários pelos concorrentes.	Treinamento operários / formação de equipe
Comprometimento de terceiros (fornecedores de mão de obra e/ ou material).	Rodizio de empreiteiros / equipe própria
Obra pequena.	Equipamentos p/ melhorar produção e diminuir Hh / unidade e aumentar Hmáquina / unidade
	Investimento em treinamentos da equipe interna (principalmente técnica) / criação dpto compatibilização de projetos
	Novas tecnologias / desenvolvimento tecnológico
FRAQUEZAS	FORÇAS
Torre única	Know-how mercadológico
Investimento / compatibilização projetos	Custo produção
Canteiro restrito	Velocidade produção (empresa) / seqüência / termiladidade
Campo para produção de serviços empreitados - 1 torre (desinteresse de prestadores de serviço)	Estabilidade econômica e prestígio no mercado
custo x prazo (velocidade fundação [tipologia e escavação manual] e recuperação estrutural)	Poder de negociação / compra de materiais
Pilotis - estrutura convencional	Experiências com outras situações adversas

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE MELHORIAS

A obra não obteve uma produtividade satisfatória ou esperada, certamente tendo seu custo acima do orçado. Esse resultado poderia ter sido evitado ou, ao menos, minimizado.

O alto custo ocorreu basicamente pela dificuldade de se pôr em prática o que foi planejado. O que era planejado geralmente não se concretizava em função de fatores como interferências de um projeto no outro, dificuldades com o comprometimento e qualificação da mão de obra, qualidade ruim de alguns materiais comprados e restrições de canteiro.

Para o caso de obras que fogem dos padrões normais para uma determinada empresa construtora é importante elaborar diretrizes específicas, prevendo as dificuldades provenientes das características peculiares do projeto como um todo. Desde a compra de um terreno com características divergentes daquelas da maioria dos terrenos onde a empresa constrói, já seria possível notar que um projeto específico ou procedimentos de execução diferenciados serão exigidos.

No caso da empresa estudada, que constrói em grande escala, os projetos padrões são fundamentais para racionalizar a produção, manter a característica de modulação e dar a velocidade necessária para se atingir as produções em grande escala. Partindo do princípio de que nesse terreno, por apresentar características diferentes dos demais, provavelmente nem todos os aspectos de projeto e produção seriam possíveis de serem replicados para esse canteiro. Daí, a necessidade de um acompanhamento com mais critérios, ou com critérios diferenciados desde o início da etapa de desenvolvimento do produto, contratação de projetos e até mesmo planejamento da produção.

O envolvimento de alguém responsável pela produção no momento da contratação dos projetos e elaboração do produto certamente auxilia na etapa de produção em casos específicos como este. Com essa participação, é possível antever certas dificuldades encontradas na obra como as restrições de canteiro, possíveis alternativas para as fundações, estratégias diferenciadas nas contratações de serviços terceirizados, dentre outras e também fazer um planejamento já prevendo algumas das situações encontradas.

Outro ponto crítico que gerou grande impacto e poderia ter sido facilmente contornado foi o problema da compatibilização entre os projetos. Com a retroalimentação, eliminando problemas detectados em obras anteriores, e estabelecendo diretrizes para contratação e aceitação dos projetos, se aperfeiçoa a inter-relação desses projetos evitando assim consequências graves pela falta da compatibilização como as expostas nesse trabalho.

Reunião com os projetistas envolvidos nessa obra e uma prévia compatibilização dos projetos antes de liberá-los para a mesma, evitaria a tomada de decisões em caráter de urgência no canteiro, tornando possível a produção na velocidade e nos custos planejados.

Os procedimentos e projetos de produção também têm grande valor quando se trata da busca de uma maior velocidade na etapa de produção. Servem de elementos e parâmetros que trazem soluções no dia-a-dia da obra e não devem se tornar mais um problema a ser solucionado no canteiro. Com esse tipo de projeto, os serviços se desenvolvem com mais agilidade e não esbarram em dúvidas provenientes de incompatibilidades entre os projetos do produto, pois essas já deveriam ter sido sanadas na etapa anterior à de execução da obra, durante a contratação e elaboração dos projetos.

Dentre os aspectos estudados no trabalho possivelmente o item que trouxe mais prejuízos, não somente financeiros e de prazos, mas também à credibilidade e à própria imagem da empresa, foi o reforço estrutural necessário. Esse problema poderia ter sido evitado se, na etapa de projeto, a situação do canteiro, que não permitia armazenamento de blocos, tivesse sido analisada por um profissional ligado à produção, podendo este intervir antecipadamente junto ao departamento de suprimentos e elaborar uma estratégia diferenciada para contratação dos blocos.

Talvez, para evitar a necessidade de estoque de blocos no canteiro e aguardar mais de 30 dias para os laudos chegarem para então liberação desse material, as amostras e estoques poderiam ser feitos diretamente no pátio da fábrica contratada. Outra possibilidade seria um contrato diferenciado com a empresa de controle tecnológico exigindo urgência no rompimento desse tipo de amostra, encurtando o tempo para emissão e envio dos laudos para obra.

Portanto, conclui-se que grande parte dos problemas estudados provém da elaboração inadequada das diretrizes da gestão de todo processo que envolve a execução de um empreendimento imobiliário. Desde a compra do terreno já era possível notar as dificuldades que poderiam ser encontradas e mesmo assim se mantiveram as mesmas diretrizes usadas nas demais obras da empresa. Essa estratégia de gestão desencadeou essa sequência de problemas que comprometeram todos os resultados da obra.

Logo, em situações como as observadas no decorrer do trabalho, as proposições aqui escritas devem ser avaliadas precocemente a fim de buscar resultados satisfatórios mesmo com as dificuldades previstas.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT NBR 15961-1/2011 – Alvenaria estrutural – blocos de concreto – Parte 1: Projetos
- ABNT NBR 15961-2/2011 – Alvenaria estrutural – blocos de concreto – Parte 2: Execução e controle de obras.
- MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo, 1994. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MELHADO, S. B. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.** Boletim técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/139, 23p.
- FRANCO, L.S; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto.** Boletim técnico da escola politécnica da USP – BT/PCC/94, 31p.
- XAVIER, Carlos Magno da Silva – **Metodologia de Gerenciamento de Projetos – Methodware** – São Paulo: Editora Saraiva, 2005a.
- XAVIER, Carlos Magno da Silva – **Gerenciamento de Projetos – Como definir e controlar o escopo do projeto** – São Paulo: Editora Saraiva, 2005b
- LIMA JUNIOR, Joao da Rocha. **O planejamento e controle da produção como condicionantes do sucesso competitivo da empresa construtora.** - São Paulo, 1999, Escola Politécnica da USP, 20p.
- LEMES DE SOUZA, Ubiraci Espinelli - **Como Reduzir Perdas nos Canteiros - Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil.** Editora PINI, 2005.
- LEMES DE SOUZA, Ubiraci Espinelli - **Como Aumentar a Eficiência da Mão-de-obra - Manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil.** Editora PINI, 2006.

- O Globo. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/politica/construcao-civil-deve-manter-ritmo-forte-em-2011-preve-cni-2830181>>. Acesso em 03 Mar. 2011
- O Gerente. Disponível em: <<http://ogerente.com.br/rede/projetos/projetos-de-construcao>>. Acesso em 23 Abr. 2011
- Revista Techne. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/154/imprime159808.asp>>. Acesso em 23 Abr. 2011.
- Revista PINI. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/36705094/Produtividade-Alvenaria-Pini-Web>>. Acesso em 09 Jul. 2011.