



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Curso de Pós-Graduação em Construção Civil

Dissertação de Mestrado

**Uma contribuição à análise de medidas de construtibilidade em
obras de edificações prediais residenciais em alvenaria
estrutural.**

Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

Julho – 2013

Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

Uma contribuição à análise de medidas de construtibilidade em obras de edificações prediais residenciais em alvenaria estrutural.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Gestão de Empreendimentos de Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

**Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Universidade Federal de Minas Gerais**

Julho – 2013

DEDICATÓRIA

Às duas pessoas que são minha vida...
dedico ao meu grande amor Renato e a minha amada filha Manuela.

AGRADECIMENTOS

À Escola UFMG, em especial ao Departamento de Materiais - Construção Civil por proporcionar um curso de mestrado com tão alto nível, sinto-me em casa.

À empresa construtora, onde trabalhei a mais de cinco anos, dos quais sempre foram muito felizes e onde consegui obter um grande crescimento profissional.

Ao Diretor e grande amigo Andrey, pela oportunidade do estudo e por apoiar o meu mestrado. Por me dar a oportunidade do conhecimento prático e muito obrigada por dividir sua grande experiência profissional comigo. Muito obrigada!

Ao Dr. Emílio (in memoriam), você é um grande mestre. Obrigada por todo o respeito e carinho. Agradeço o convívio e os grandes ensinamentos de vida que pude adquirir projetando ao seu lado. Não me esqueço dos seus abraços e parabenizações com cada conquista nossa e dos novos projetos da empresa. Obrigada!

Aos amigos da empresa estudada, não consigo separá-los. Todos são especiais, cada um... mas não consigo deixar de agradecer o carinho dos meus grandes amigos, Dávalo e minha querida irmã Lolô. Obrigada aos dois pela imensa força!

Aos professores do departamento o meu muito obrigada. Em especial gostaria de agradecer a amizade e o carinho do Prof. Eduardo e do Prof. Adriano. Obrigada!

À Ivonete querida e todos os funcionários do departamento. Obrigada pelo apoio!

À minha querida Fefezinha, pelo carinho, amor e inspiração. Obrigada querida!

Às Docinhas, minhas amigas inseparáveis. Obrigada por estarem comigo ao longo destes 10 anos. Em especial minha grande mestra, cúmplice e amiga Cássia. Referencio-me muito em você. Esse mestrado tem seu apoio.

Aos amigos queridos do mestrado, com que compartilhei estes dois anos inesquecíveis em minha vida. Obrigada por tudo! Em especial Ana Paula, Ricardo, Humberto, Ulisses e Iara...

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Deus!

Ao meu grande amor Renato, obrigada por compartilhar ao meu lado de todas as decisões, desafios, sacrifícios e alegrias. Por estar sempre comigo, sob qualquer circunstância. Por tornar momentos felizes em momentos inesquecíveis e os não tão felizes em momentos amenizados e de aprendizado. Te amo, por todas as vidas!

A minha filha Manuela, meu maior presente, você minha pequena, me ensinou que felicidade está no seu sorriso, que a maior benção é a sua saúde e que sou muito especial por ter o privilégio de te gerar, poder te educar, e te dedicar a minha vida. "Sorte, sorte na vida, filhos feito de amor"... Amor maior, amor incondicional.

Ao meu pai Aristides, fonte de luta, garra e perseverança. Cresci meu pai, te vendo todos os dias levantando cedo e lutando. Cresci com você me falando o quão importante era o aprendizado acadêmico. Aí está, quem sabe partimos para o Doutorado heim!!!! Obrigada por tudo. Te amo!

À minha mãe Joana... o que falar dela... A pessoa mais linda do mundo... quanto amor!!! É, você é a personificação do amor. E é por isso que sou tão feliz, realizada! Você é minha força, meu anjo da guarda e com você posso contar com tudo que é sagrado, divino, inimaginável. Obrigada pela luz que você trás consigo. Obrigada por cuidar da minha vida. E agora pela segunda vez, estando ao lado da Manu. Te amo demais!

Ao meu irmão Leleo amado, que sempre me apoiou e ficava noites acordado comigo e me ajudando ainda na época da faculdade, cheguei lá, meu irmão. Nunca me esquecerei de seus olhares, de sua força! Obrigada por ser meu cúmplice nesta caminhada. Um coração enorme... Te amo!

A minha linda Kititas, minha Janayna, que sempre esteve ao meu lado, que sempre teve palavras e atitudes que me auxiliaram durante toda essa caminhada. Minha pequena. Como tenho orgulho de você minha menina.... Obrigada por tudo. Te amo!

A minha vizinha, que agora é minha bisá, obrigada por me ensinar o que é trabalho e dedicação a nossa família. Te amo.

Obrigada Gelú, minha querida amiga... Não me esqueço da ajuda nas matrículas do mestrado ainda em disciplinas isoladas. Da cumplicidade e do carinho que sempre teve comigo. Você e o Dautinho (in memoriam) estarão sempre em meus sentimentos e orações. Obrigada a vocês dois por compartilhar comigo desse momento especial.

Aos meus cunhados amados Cris e Tiago, por estarem ao lado dos meus irmãos amados e completarem ainda mais a minha vida.

Ao Professor Paulo Andery. Que sempre me recebeu com muita deferência. Acreditou em mim e me auxiliou nesta caminhada. Levo comigo todos os ensinamentos, toda a ética e profissionalismo. Obrigada por me orientar, por me apoiar e por me ajudar a realizar este grande sonho. Sem você Prof. Paulo, essa caminhada seria muito mais difícil. Hoje além do professor, tenho um grande amigo. A gratidão e o respeito só crescem. Obrigada por tudo!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1 - Objetivo Geral.....	18
1.2.2 - Objetivos Específicos.....	18
1.3. MOTIVAÇÃO: AS DIFICULDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE CONSTRUTIBILIDADE.....	19
1.4. ESTRUTURA DA PESQUISA.....	22
1.5. COLETA DE DADOS	24
2.1 – BREVES CONCEITOS: PROCESSO PROJETO X OBRA E ENGENHARIA SIMULTÂNEA	25
2.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CONSTRUTIBILIDADE	43
3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	66
3.1 - INTRODUÇÃO	66
3.2 - ESTUDO DE CASO - CONCEITOS E JUSTIFICATIVA.....	66
3.3 - ETAPAS E MÉTODO DA PESQUISA	67
3.3.1 - Etapa 01 - Fundamentação teórica:	68
3.3.2 - Etapa 02 - Diagnóstico do processo projeto x obra:.....	68
3.3.3 - Etapa 03 - Diagnóstico do gerenciamento do processo projeto para construtibilidade:	69
3.3.4 -Etapa 04 - Análise fatores dificultadores (problemas) da construtibilidade nas obras:	69

3.3.5 -Etapa 05 - Análise diretrizes:	69
3.4 – DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	69
3.5 – FONTES DE EVIDÊNCIAS:.....	70
4. ESTUDO DE CASO	78
4.1 - INTRODUÇÃO	78
4.2 - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	78
4.2.1 Aspectos gerais da empresa estudada.....	78
4.2.2 A empresa no contexto do mercado	83
4.3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO	86
4.4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ADOÇÃO DE FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE NA EMPRESA ESTUDADA	92
4.4.1 Padronização da alvenaria	92
4.4.2 Tipologias de lay out e especificações padronizados	92
4.4.3 Construção de protótipos	92
4.4.4 Mão de obra própria e remuneração por produção.....	93
4.4.5 Gestão de controle ampla do negócio.....	93
4.4.6 Sistematização de reuniões de gestores de obras	95
4.4.7 Feedback - assistência técnica	95
4.4.8 Incorporação e documentação de venda.....	97
4.4.9 Orçamentação	97
4.4.10 Recursos financeiros dos projetos	97
4.4.11 Fatores externos	98
4.4.12 Projeto de canteiro	98
4.4.13 Procedimentos documentados	98
4.4.14 Projeto executivo	99
4.4.15 Treinamentos	99
4.5 - ANÁLISE DE QUESTÕES DE CONSTRUTIBILIDADE NAS OBRAS	103

4.5.1 Análise da obra 01: CVC.....	103
4.5.2 Análise da Obra 02: CGP	121
4.6 – COMENTÁRIOS SOBRE AS OBRAS.....	127
4.7 - QUADRO SÍNTESE.....	129
4.8 - PROPOSTA DE MEDIDAS PARA MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE COM BASE NO ESTUDO DE CASO	138
4.9 - ASPECTOS COMPLEMENTARES	147
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo tradicional de empreendimento de construção (Fabrício 2002 adaptado de Gobin - 1993)	30
Figura 2 - Peso de projeto no empreendimento - Godin (1993), CII (1987) e Hammarkung; Josephson (1992) apud Fabrício (2002).	31
Figura 3 - Potencial de redução de custo da obra - Barros e Melhado (1993)	31
Figura 4 - Habilidade no processo intelectual do projeto - Fabrício (2002).....	32
Figura 5 - Mistura e Interação das habilidades no processo intelectual do projeto - Fabrício (2002)	33
Figura 6 - Planilha projetistas para o projeto de produção – (MELHADO, 2000)	37
Figura 7 - Fluxograma procedimentos metodológicos	68
Figura 8 - Processo tradicional observado na empresa estudada na maioria dos projetos em desenvolvimento. Adaptado de (FABRÍCIO, 2002)	79
Figura 9 - Planta do Projeto de Racionalização das Alvenarias. Fonte: projeto da empresa estudada.....	82
Figura 10 - Elevação de uma parede do Projeto de Racionalização das Alvenarias	82
Figura 11 - Variação PIB Brasil x PIB Construção Civil - Dados CBIC.....	84
Figura 12 - Composição da Cadeia Produtiva da Construção - Dados CBIC	85
Figura 13 - Equipe multidisciplinar de projeto, (MELHADO, 1994).....	87
Figura 14 - Fluxo de informação de projetos - (FABRÍCIO, 2002).....	90
Figura 15 - Fluxo de informação do processo projeto - Construtora X.....	91
Figura 16 - Organograma - Construtora X. Fonte: Manual da Qualidade empresa estudada	95
Figura 17 - Gráfico tipo de reclamações de Assistência Técnica por Patologia - Fonte: Indicadores da Construtora X, Agosto 2012	96
Figura 18 - PQO - Obra 01 - CVC	99
Figura 19 - Gráfico de análise prazo projetos x obra.	104
Figura 20 - E-mail - Revisão de número 08 das pranchas das escadas dos blocos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada	109
Figura 21 - Falha na manutenção da informação dos requisitos de construtibilidade. Memorando da racionalização da alvenaria para o projetista estrutural. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada	110

Figura 22 - E-mail solicitando o fgk em MPa. O projeto estrutural contemplava o graute em peso. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada.....	110
Figura 23 - Mostra tabela criada para atendimento da obra. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada.....	110
Figura 24 - Mostra e-mail com falhas nos projetos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada	111
Figura 25 - Mostra e-mail com falhas nos projetos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada	111
Figura 26 - Carimbo do projeto revisado. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada	111
Figura 27 - Carimbo do projeto revisado. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada	112
Figura 28 - Parte do relatório prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada	114
Figura 29 - Parte do relatório prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada	114
Figura 30 - Projeto complementar ao relatório de prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada.....	114
Figura 31 - Projeto Racionalização Alvenaria - definição do caminhamento dos eletrodutos.	115
Figura 32 - Projeto Estaca para o Bloco 29 - Mapa de cargas - estrutural. Fonte: projeto fundação profunda da empresa estudada	118
Figura 33 - Projeto Estaca para o Bloco 29 - revisado - quebra da estaca e reforço. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada	118
Figura 34 - Projeto Aprovado PCIP - solicita veneziana junto ao piso de 95cm x 95cm. Fonte: projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico da empresa estudada....	119
Figura 35 - Projeto de racionalização da alvenaria com vão múltiplo de 20cm. Fonte: projeto da empresa estudada.....	120
Figura 36 - Corte do Projeto Arquitetônico da Obra 02: CGP - Implantação voltada para adequação ao terreno natural. Fonte: projeto da empresa estudada	124
Figura 37 - Platôs e contenções necessárias para a execução da fundação de Hélice Contínua. Fonte: projeto fundação profunda da empresa estudada.....	124
Figura 38 - Fluxograma Processo Projeto proposto após análise diretrizes e condutas práticas.....	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese de (WONG, et al., 2006).....	44
Tabela 2 - Adaptado de (CHAN, et al., 2006).....	52
Tabela 3 - Adaptado de (SAFFARO, et al., 2004)	61
Tabela 4 – Documentos analisados	77
Tabela 5 - Fonte: extranet empresa estudada.....	81
Tabela 6 - Análise comparativa aspectos associados à construtibilidade com a empresa X.	103
Tabela 7 - Problemas de Construtibilidade - Diretrizes	130
Tabela 8 - Quadro condutas práticas.	144

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo contribuir para o estudo da construtibilidade em empreendimentos de edificações em alvenaria estrutural em empresas de pequeno porte. O foco do trabalho é a análise, por meio de estudo de caso prospectivo, de problemas de construtibilidade nos empreendimentos que são resultantes de falhas no processo de projeto. A partir da identificação dos problemas, verifica-se a aplicabilidade de diretrizes sobre melhorias de construtibilidade apresentadas na literatura internacional.

O estudo de caso foi desenvolvido em empresa de médio porte. Caracterizou-se o processo de projeto da empresa, foram identificadas rotinas de trabalho que impactam na construtibilidade e foram identificados problemas de construtibilidade em duas obras.

Como resultado da análise realizada, sugerem-se modificações no processo de projeto na empresa, que poderá incorporar procedimentos que são sugeridos no trabalho.

Verificou-se que os principais problemas associados à construtibilidade são decorrentes de falhas na definição do escopo das disciplinas de projeto, na falha de comunicação entre os projetistas e a coordenação, particularmente no que diz respeito aos projetos estruturais, e a falha na consideração dos projetos de produção na análise de viabilidade e concepção dos empreendimentos.

Neste sentido, medidas para a melhoria da construtibilidade são apresentadas.

Palavras chave: Construtibilidade, Gestão do Processo de Projeto, Alvenaria Estrutural.

ABSTRACT

The present work aims contributing to the constructability study in buildings that use structural masonry as constructive system in mid-sized building construction companies. The work focuses the analysis, through prospective case study of constructability problems that are caused by design process failures and shortcomings. Problems identification made possible to point out an adaptation of constructability guidelines presented in international literature, to be used in the context of the projects.

The case study was developed in mid-sized company. The design process of the company was characterized, work routines that impact on constructability were identified and constructability issues have been identified in two different sites.

As a result, changes in the design process are outlined, and work routines are suggested.

It was found that the main problems associated with constructability are caused by failures in the definition of the scope of the design disciplines, lack of communication between the designers and the coordination, particularly with regard to structural projects, and the failure in consideration of production projects in feasibility analysis and design.

Possible measures to constructability improvement are briefly outlined.

Key words: Constructability, Design Management, Structural Masonry.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar uma visão introdutória e de contextualização do projeto de pesquisa, que desenvolve um estudo de caso com foco na análise de construtibilidade. O capítulo é organizado da seguinte forma: considerações iniciais sobre a construtibilidade, objetivos gerais, específicos e complementares da pesquisa, justificativa da contribuição à análise de medidas de construtibilidade com uma visão no âmbito acadêmico e mercadológico e ainda a estruturação do trabalho.

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os conceitos associados à construtibilidade são complexos e polifacetados, até porque não existe um entendimento unânime sobre a definição de construtibilidade, tanto no âmbito acadêmico quanto no mercado.

Alguns autores conceituam construtibilidade como qualquer medida, técnica ou gerencial, que permita que sejam alcançados os objetivos de um empreendimento. Nesse sentido, parece ser bastante ampla a definição de Kerrigde (1993) para o qual se entende por construtibilidade o processo de fazer tudo o que seja possível para tornar mais fácil a construção e melhorar a qualidade, segurança e produtividade dos empreendimentos, reduzindo prazos de execução e o retrabalho. Ou seja, implica em que qualquer medida técnica e gerencial que impacte na melhoria da qualidade do produto ou eficiência dos processos associados poderia ser entendida como uma medida de construtibilidade.

De maneira semelhante, Russel, et al (1994) definem construtibilidade como a aplicação de uma otimização, conseguida de forma disciplinada e sistemática, das fases de aquisição, construção, teste e *start up*, realizada por uma equipe experiente, conhecedora das particularidades construtivas dos empreendimentos. Nota-se que a definição é ampla, mas ressalta os aspectos *associados às atividades nos canteiros de obra, em detrimento das fases anteriores de planejamento e projeto*.

O conceito de *buildability* é mais restrito, concentrando a atenção em aspectos do processo de projeto que impactam na facilidade de execução e garantia da qualidade dos

empreendimentos. Wong, et al (2005), comentam que em alguns aspectos a construtibilidade é semelhante a “edificabilidade”, pois ambos estão relacionados a influências dos projetos/projetistas (designers) sobre os processos construtivos.

A instituição americana CIRIA - (1983) descreve *buildability* como a medida para que o projeto (*design*) de um edifício facilita a execução dos empreendimentos, sem prejuízo dos requisitos gerais da construção, que é somente um dos componentes que englobam a construtibilidade em toda a sua essência.

Outras definições continuam sendo amplas, mas ressaltam a necessária integração entre as fases de concepção e construção. Anderson, et al, (2000) conceitua construtibilidade com a capacidade de integrar os conhecimentos de construção, suprimentos, tecnologia e a experiência dos agentes envolvidos em um empreendimento, quer seja na fase de concepção, quer seja na fase de execução.

A integração entre projeto e obra, em termos de melhoria da construtibilidade no processo de projeto das edificações, é ressaltada por Rodriguez, et al, (2003) em um dos trabalhos mais destacados no estudo desse tema produzidos no Brasil. Os autores consideram a construtibilidade no processo projeto como o conjunto de ações associadas ao emprego adequado do conhecimento e experiências técnicas para racionalizar a execução dos empreendimentos, enfatizando a inter-relação entre as etapas de projeto e execução.

O (CII, 1987), um dos pioneiros no estudo nesse campo, também apresenta uma definição ampla: o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento do projeto, contratação e operações nos canteiros de obra, para atingir os objetivos globais do empreendimento.

Os próprios objetivos das medidas de melhoria da construtibilidade têm níveis de abrangência distintos, de acordo com o entendimento de autores e grupos de trabalho. “Objetivos globais do empreendimento” podem referir-se a atingir metas de desempenho quanto à qualidade, prazos e custos, ou produtividade.

Por outro lado, uma visão mais restrita permitiria considerar construtibilidade como um conjunto de medidas que facilitasse a execução nos canteiros, ou seja, focando a melhoria de operações em obra, logicamente com um impacto em termos de produtividade e, ou custo.

Wong, et al (2006) apresentam uma sistematização de medidas para melhoria da

construtibilidade. Os autores apresentam uma distinção entre o conceito de *buildability* (edificabilidade, em uma tradução livre) e construtibilidade, sendo que o primeiro foca as medidas de projeto que facilitam a execução das obras e o segundo considera todas as fases do empreendimento, como já mencionado acima.

Segundo esses autores, que realizaram uma ampla revisão da literatura recente, três estratégias são mais comumente apontadas como impactantes na melhoria da construtibilidade: uma definição qualitativa e quantitativa dos parâmetros de projeto, o emprego de técnicas de revisão de construtibilidade e a implementação de programas específicos de construtibilidade.

No país, são relativamente poucos os trabalhos que abordam o tema. Entre eles, o já citado e pioneiro trabalho de Rodriguez, et al, (2003) e, mais recentemente, o trabalho de Amancio (2010), que estudou medidas da melhoria da construtibilidade na fase de concepção / projeto.

Relativamente poucas pesquisas produzidas no Brasil promovem um diagnóstico de problemas de construtibilidade nas obras, o que permitiria a adoção de *contramedidas* e o estabelecimento de diretrizes focadas em tipologias específicas e nas características particulares de empresas e empreendimentos.

É nesse contexto que o presente trabalho apresenta resultados de um projeto de pesquisa que estabeleceu um diagnóstico de problemas que ocorrem durante o processo projeto que impactam na construtibilidade nas obras de uma empresa incorporadora / construtora.

No trabalho estão sendo consideradas questões de construtibilidade associadas à fase de projeto e a integração entre projeto e obra. As questões de construtibilidade inserem-se particularmente ao campo do conceito *buildability*, mas vão além, considerando também, ainda que em menor escala, outros aspectos mais voltados à execução dos empreendimentos.

Por outro lado, embora conceitos sobre construtibilidade sejam foco de pesquisas no meio acadêmico, permanece o desafio das empresas construtoras adotarem esses conceitos, e mais ainda desde a fase de concepção dos empreendimentos.

Ou seja, o grande desafio está na aplicação prática dos conceitos de construtibilidade, pois as empresas construtoras muitas vezes têm como herança de gestão, ferramentas que foram de certa forma introduzidas pelas necessidades de certificações, em sistemas de gestão da qualidade - como é o caso do SiAC (2005) ou da ISO (2008) - em um cenário onde os colaboradores tem um menor grau de instrução e comprometimento, aliado à particularidades do produto obra onde os esforços de melhorias comumente não são percebidos, se perdendo ao longo de um novo projeto.

Nesse contexto, esse trabalho de dissertação pretende descrever um estudo de caso, em uma construtora de médio porte de Belo Horizonte, onde, com base em um referencial teórico, se definem e aplicam medidas para a melhoria da construtibilidade considerando as etapas de concepção, projeto e execução dos empreendimentos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em uma reflexão sobre como diretrizes e conceitos de construtibilidade encontrados na literatura específica podem ser efetivamente interpretados e implementados em uma empresa do setor da construção civil.

Por isso faz-se um estudo de caso único em uma construtora de médio porte que atua na região metropolitana de Belo Horizonte, especificamente com obras prediais residenciais em tipologia construtiva de alvenaria estrutural de blocos de concreto.

1.2.2 - Objetivos Específicos

- A. Realizar um diagnóstico do processo de projeto dentro da construtora e sua interferência nos parâmetros de construtibilidade na organização objeto de estudo.
- B. Realizar um estudo prospectivo de problemas de construtibilidade em duas obras da construtora, objeto de análise nesta pesquisa.
- C. Analisar possíveis diretrizes para a melhoria da construtibilidade associadas ao projeto.

D. Comparar as diretrizes apontadas por essa pesquisa com as referências bibliográficas sobre o tema.

1.3. MOTIVAÇÃO: AS DIFICULDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE CONSTRUTIBILIDADE

Diversos autores e abordagens consideram a necessidade e a importância da construtibilidade. As ferramentas, o movimento em prol da construtibilidade, as interfaces e os componentes do projeto quando voltados para construtibilidade garantem o nível ótimos dos projetos empreendimentos. E é neste nível que tentaremos mensurar e entender os fatores que levam à melhoria da construtibilidade em empreendimentos de edificações.

Do ponto de vista acadêmico, a justificativa desta pesquisa se fez, quando a partir da revisão da bibliografia específica, não se encontraram estudos sobre as dificuldades concretas e específicas relativas à implementação de diretrizes e procedimentos baseados na construtibilidade em obras com este perfil determinado.

O grande questionamento que este estudo aponta, a nível acadêmico, é como fazer e garantir a eficácia das diretrizes de construtibilidade na literatura recente. Mais precisamente, como atender as diretrizes de construtibilidade para o coordenador de projetos que autores como (RODRIGUEZ, et al., 2003) descrevem. Nesse sentido, algumas questões ilustram os problemas da pesquisa:

- A. Quais as formas mais apropriadas para estabelecer junto ao proprietário os requisitos de construtibilidade?
- B. Como informar aos demais participantes os requisitos preestabelecidos e estes não se perderem ao longo do processo?
- C. Como formalizar a análise de resultados de desempenho em empreendimentos similares e implicar metas e indicadores de desempenho mais mensuráveis e confiáveis, diminuindo o empirismo e a concentração de conhecimentos de forma tácita e personalizada?
- D. Como promover tempo hábil para analisar as soluções alternativas de projeto junto aos projetistas e empreendedor, a fim de alcançar uma solução mais efetiva que outra?

- E. Como formalizar e respeitar na sua integralidade as restrições de projeto como custo, prazo, clima, materiais, componentes, mão de obra, em detrimento aos prazos do mercado e das necessidades das vendas?
- F. Como identificar a complexidade do sistema predial, os materiais e elementos construtivos empregados, a sequência das operações no canteiro assim como as tolerâncias a serem consideradas, de maneira a colaborar para uma execução otimizada?

Com relação ao mercado, o desafio do trabalho tem como foco principal a aplicação dos conceitos de construtibilidade supracitados tanto na fase de projeto, como a implementação dos projetos nos canteiros, considerando como tipologia construtiva a alvenaria estrutural para empreendimentos prediais residenciais multifamiliares, e que tem como ferramentas de gestão das operações de projeto e produção àquelas que foram de certa forma, introduzidas pelas necessidades de certificações.

Com efeito, a implementação de sistemas de gestão da qualidade permite a introdução de processos gerenciais e técnicos que contribuem para a melhoria da construtibilidade, entendida em sentido amplo.

No entanto, várias empresas implementam esses sistemas de gestão da qualidade visando apenas a certificação, sem uma efetiva preocupação de que os procedimentos sejam efetivamente bem aplicados às obras.

Em função disso, empresas construtoras carecem de rotinas técnicas e gerenciais que permitam a melhoria da construtibilidade. E mais, que estas rotinas sejam apropriadas à organização, que os envolvidos no processo obra sejam sensibilizados para com a importância dessas medidas, que as mesmas sejam percebidas em todos os níveis da empresa e que estas possam ser efetivamente registros para empreendimentos similares, fazendo com que o conhecimento das boas práticas da gestão pela construtibilidade seja mantido e utilizado como uma constante dentro da construtora.

Outro fator que salienta a dificuldade de um processo de gestão otimizado diz respeito à formação do profissional de gerenciamento de projetos e o papel deste profissional dentro destas organizações.

Em várias situações e empresas os coordenadores de projeto tem um acúmulo de funções, particularmente em empresas de pequeno porte. Além da coordenação de

projetos, frequentemente se responsabilizam pelas atividades de incorporação e até mesmo gestão da qualidade.

A própria formação deste profissional, pode ser uma dificuldade para que a boa gestão do processo de projeto implique em melhoria da construtibilidade. Com efeito, esse profissional tem que ser um generalista, com conhecimentos de legislação nos âmbitos municipal, estadual, federal, tem que conhecer sobre todos os demais projetos (disciplinas) e sistemas de funcionamento e adequabilidade (instalações, tipologias executivas diversas, projetos estruturais, projetos de prevenção e combate ao incêndio e pânico, paisagismo, fachada, projetos executivo, legal, de racionalização, cadernos de especificações (comumente mutantes), fundações, contenções, romaneios/paginação, piscinas e equipamentos, projetos luminotécnicos, decoração, dentre outros. Além disso, tem que coordenar distintos agentes e especialistas, tanto no sentido de obter soluções técnicas para as interfaces entre as disciplinas, quanto no sentido de controlar o processo de projeto do ponto de vista gerencial, garantindo atendimento ao escopo, custo e prazos.

Este profissional desempenha essas atividades em tempos recordes, com várias obras simultâneas, mantendo suas certificações (ISO9001 e SiAC) já obtidas, o que os deixam muitas vezes sobrecarregados, com acúmulo de funções e deixando de lado o seu papel principal que é a gestão dos empreendimentos com base em construtibilidade.

Além destes entraves, há uma corrida para execução e coordenação de vários projetos (obras) simultâneos, em diferentes fases. Muitas vezes com os mesmos projetistas, o que por um lado ajuda na simplificação dos detalhes de projeto para a execução, mas por outro, pode trazer questões que o corpo técnico não é capaz de prevenir (a repetição prejudicial sem análise das particularidades da obra).

Desde outra perspectiva, outros fatores dificultam a implementação de medidas de melhoria da construtibilidade. Um deles é a dificuldade de padronização de rotinas de projeto e execução das obras, que são sacrificadas em função de aspectos comerciais que interferem na concepção dos empreendimentos e dos processos de produção.

Por outro lado, a pressão para redução de prazos de projeto e produção é um dos fatores que parecem dificultar a adoção de princípios de construtibilidade.

Grande número de revisões de projeto, falhas nas revisões de projetos como erros de design, falta ou exagero de detalhes, incompatibilidade e falha na comunicação interna constituem também barreiras para a construtibilidade.

Um dos diagnósticos que este trabalho pretende apontar é com relação à um cronograma ideal que as empresas, neste seguimento de estudo, deviam respeitar para o desenvolvimento dos projetos.

As falhas de projeto, e suas frequentes revisões dificultam muito o papel do coordenador do projeto, pois este acaba se tornando um especialista no projeto que passa por revisões e acarreta um gargalo do planejamento dos projetos sucessor-vinculados. Ele deixa muitas vezes de ser gerencial para ser especialista. Uma das oportunidades de melhorias já percebidas, e que está clara no diagnóstico, é o distanciamento entre o profissional gestor do empreendimento e o profissional técnico responsável pela análise de correção/adequação dos projetos: torna-se necessário aproximar essas funções. Além destes complicadores, a fase de grande demanda do mercado civil colabora para a não aplicabilidade das ferramentas de gestão em construtibilidade.

Levando em consideração todas as dificuldades, parece ser interessante o desenvolvimento de estudos que analisem mais detalhadamente as dificuldades acima mencionadas, e que medidas podem ser efetivamente implementadas para otimização dos processos de execução das obras, desde o ponto de vista da concepção e desenvolvimento dos projetos.

1.4. ESTRUTURA DA PESQUISA

O presente trabalho é desenvolvido em seis capítulos, onde a introdução, as considerações iniciais, os objetivos geral, específicos e complementares da pesquisa se concentram no capítulo 01.

Fazem parte ainda do primeiro capítulo, a justificativa deste trabalho baseado na motivação pelo levantamento de dados sobre as dificuldades para a implementação dos princípios de construtibilidade na prática, em uma empresa de médio porte típica da construção civil brasileira.

A coleta das informações e análise de dados, assim como sua estruturação, também estão compreendidos neste capítulo.

Na revisão da literatura, o capítulo 02 concentra-se no estudo da importância do processo de projeto e nos conceitos do gerenciamento de projeto. Neste trabalho, faz-se menção a integração do projeto obra e a engenharia simultânea, que são conceitos e diretrizes práticas utilizadas para se obter a estruturação da pesquisa para o mapeamento do fluxo do processo de projeto e para a inserção dos problemas de construtibilidade levantados.

Por fim, o capítulo 02 trás uma revisão bibliográfica sobre os conceitos da construtibilidade e as dificuldades em verificar decisões e práticas em campo sobre como aplicar as medidas de construtibilidade.

O capítulo 03 foi estruturado de forma a dar um breve esclarecimento sobre a metodologia de pesquisa utilizada que é o estudo de caso. Neste há introdução, conceitos e justificativa do uso deste método para a coleta das informações e análise.

Ainda no capítulo 03, observa-se a metodologia da pesquisa através da descrição das cinco etapas do desenvolvimento do trabalho, que se dividiu em: fundamentação teórica, diagnóstico do processo de projeto x obra, diagnóstico do gerenciamento do processo projeto para construtibilidade, análise de fatores que dificultam (problemas) da construtibilidade nas obras e por fim a análise das diretrizes sobre os problemas levantados. A delimitação da pesquisa também se encontra no capítulo 03.

O capítulo 04 concentra-se no estudo de caso construtibilidade. Há uma breve introdução do foco do trabalho, há a caracterização da empresa incluindo os aspectos gerais da empresa estudada e o contexto de mercado que a construtora está inserida.

Há ainda um sub-capítulo onde se encontra a caracterização do processo de projeto da empresa e um mapeamento realizado através do fluxo do processo de projeto dentro da organização.

Neste capítulo, ressalta-se o levantamento das práticas já realizadas pela empresa dentro dos parâmetros de construtibilidade estudados e ainda a análise aprofundada de problemas de construtibilidade em duas obras onde a autora é a coordenadora de

projetos e que teve participação efetiva no processo assim como nas tomadas de decisões.

Neste capítulo ainda encontra-se quadro síntese contendo o problema, a causa, a consequência, o fato gerador, o fator, as diretrizes tomadas ou as possíveis diretrizes a serem ajustadas, validadas pela síntese da literatura estudada.

No capítulo 04 ainda pode verificar a interface de análise das obras e os aspectos complementares a investigação.

A conclusão do trabalho encontra-se no capítulo 05 e as referências bibliográficas norteadoras deste trabalho estão apresentadas no capítulo 06.

1.5. COLETA DE DADOS

A coleta de dados da pesquisa ocorreu diretamente na construtora estudada, que foi selecionada em especial pela oportunidade de acesso às informações.

Após o estudo aprofundado da conceituação teórica, o diagnóstico da empresa quanto ao processo de projeto e execução das obras ocorreu por observação direta, análise documental e de registros anteriores à data de pesquisa, participação decisória de questões sobre estratégias construtivas, de planejamento e acompanhamento como: objetivos e parâmetros a serem seguidos nos projetos, assim como escopos, etapas, custos, prazos e as especialidades envolvidas, e ainda mapeamento das questões que promovem à construtibilidade na empresa, descritos nos Capítulo 4.

A análise dos fatores dificultadores (problemas) da construtibilidade nas obras em estudo, foram possíveis pelo fato da autora ter participação efetiva na coordenação dos projetos, e principalmente quando teve que fomentar e garantir a qualidade das soluções técnicas adotadas e / ou solucionar eventuais problemas e não conformidades apontadas dentro do desenvolvimento e integração das soluções dos projetos, conforme explicitado no Capítulo 04.

E por fim, são apresentadas as conclusões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar resumidamente o referencial teórico da pesquisa, sobretudo a importância do processo projeto, a integração entre projeto e obra, mencionar procedimentos abordados pela engenharia simultânea, e, sobretudo, apresentar a conceitos sobre construtibilidade.

2.1 – BREVES CONCEITOS: PROCESSO PROJETO X OBRA E ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O intuito desta seção é a caracterização e justificativa da importância do processo de projeto com foco em empreendimentos de construção civil, qual seja, o produto gerado pela indústria da construção imobiliária e, o porque se faz necessário sua modelagem, estruturação e acompanhamento para atingir os objetivos finais do projeto.

Mages (2004) define processo como um "conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas). Essa transformação deve agregar valor na percepção dos clientes do processo e exige um certo conjunto de recursos (pessoal, financeiro, equipamentos, métodos e técnicos) numa sequencia de etapas e atividades".

O processo de projeto tornou-se mais heterogêneo, com vários diversos atores envolvidos, como arquitetos, engenheiros, empreiteiros e clientes. Os diferentes pontos de vista implicam a necessidade de cooperação: uma abordagem cooperativa (ZEILER, et al., 2008).

O processo do projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos da produção e a agregação da qualidade do produto (FABRÍCIO, 2002)

Segundo Fabrício (2002) os edifícios (produto) são caracterizados por sua singularidade, conferindo um caráter único e particular em confrontação com a indústria produtiva e de consumo.

As principais características que os diferenciam são:

- 1°. grande tamanho,
- 2°. elevado valor;
- 3°. vida útil longa;
- 4°. importância social e econômica;

- 5°. variabilidade do mercado consumidor, e;
- 6°. a inserção urbana e cultural;

Seguindo estes parâmetros, a construção de edifícios é realizada com a interlocução com o processo de projeto que compreende a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas técnicas voltadas para atendimento dos objetivos do projeto: como realizá-lo no menor prazo, com o menor custo, otimizando os recursos sob aspectos de qualidade pré-estabelecidos, gerenciando riscos e satisfazendo todos os envolvidos.

Normalmente, um projeto de construção se estende por vários anos e passa por muitas fases. O desempenho de cada fase vai afetar a qualidade do projeto, dos quais as fases de planejamento e projeto de engenharia são os mais críticos, ainda muitas vezes negligenciado (TAN, et al., 1995)

Assim, o projeto é uma série de escolhas e decisões (RICS, 2000).

Para Kumar, et al, (2011) o projeto de construção é um processo através do qual os designers processam as necessidades do cliente em uma solução prática. Cada atividade dentro da construção do processo, ou seja, concepção, planejamento e gestão, é feito para garantir o fluxo de atividades no futuro.

Já não é suficiente apenas resolver os problemas que surgem em nível de detalhamento sobre as fronteiras das disciplinas. Sinergia entre as diferentes disciplinas envolvidas dentro do processo de projeto de uma construção é necessário para alcançar os melhores projetos. (ZEILER, et al., 2008).

Melhado (1994) entende projeto como a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para a obra, a serem consideradas na fase da execução.

A Normatização NBR 1351 (1995) define o projeto para a edificação como a determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais, e técnicos de elementos de edificação a construir, modificar, dentre outros.

Dentre as ideias mais comuns, normalmente o projeto é visto como um produto capaz de definir a edificação através de desenhos, especificações técnicas, detalhamentos

diversos e memoriais descritivos. Uma antevisão abstrata de um produto que se deseja realizar, um meio para implementação e aperfeiçoamento de soluções competitivas para o produto ou para a tecnologia. Um processo de realização de ideias que deverá passar pelas etapas de idealização, análise / simulação, detalhamento e implantação (ANDERY, et al., 2008).

A ABNT (2000) conceitua projeto como um conjunto de processos que transformam requisitos em características específicas ou na especificação de um produto, processo ou sistema.

Citando Archibald (1963), o "projeto é uma reunião de esforços para se atingir objetivos predeterminados de qualidade, custo e prazo".

Rodrigues (2005) apud Melhado (1994), Agoyan (1995) entende o projeto como sendo um processo para a concretização de um produto. Esse processo é idealizado, simulado (análise) e implantado (protótipo e escala de produção). Outro autor, Marques (1979) apud Melhado (1994), Agoyan (1995) descreve o projeto como um modelo de solução para resolver um determinado problema.

Segundo Melhado (1994), Agoyan (1995) é possível afirmar que o projeto deve incluir informações dirigidas às especificações do produto a ser construído e também dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para concretizar o seu processo de execução.

Para Fabrício, et al, (1998) projeto é um conjunto de diversos produtos, sendo um ciclo repetitivo, voltados para projetos do produto e da produção, mesmo que contínuo por vários ciclos de produção.

(TZORTSOPOULUS, 1999) defini duas visões sobre o processo de projeto:

- 1º. o projeto como processo conceitual e criativo;
- 2º. o projeto como processo gerencial.

Com relação a mensurar o projeto sobre a sua qualidade Tan, et al, (1995) descrevem que a qualidade dos projetos pode ser avaliada de quatro dimensões diferente:

- 1º. a qualidade de entrada.
- 2º. a qualidade dos processos de design.
- 3º. a qualidade da saída dos processos de design.

4°. a qualidade conforme percebida pelo subsistema de recebimento.

Onde a primeira dimensão, que é a qualidade da entrada está para a conformidade dos códigos e normas em consonância com os requisitos dos proprietários.

A segunda está em conformidade com os processos, procedimentos, planejamento e custos. A terceira tem que conformar com os desenhos de engenharia, ilustrações, documentação, cálculos e procedimentos de saída. E a última com a retroalimentação percebida na construtibilidade.

Slack, et al, (1997), destacam cinco objetivos de desempenho do projeto: a qualidade, que significa fazer certo; a rapidez; a confiabilidade, que quer dizer fazer em tempo; a flexibilidade, que significa a capacidade de mudar o que se faz; e o custo, isto é, fazer mais barato.

Para a integração dos projetos e da produção a primeira questão que se coloca, é a necessidade de coordenação entre os vários projetos do produto e do processo que devem ser desenvolvidos em conjunto e buscando a otimização global das características dos empreendimentos. (MELHADO, et al., 2011).

Ainda conforme Melhado, et al (2011) as decisões de projeto são resultado de análises e discussões de diferentes profissionais que devem buscar as melhores soluções globais para o empreendimento, e a primazia do projeto arquitetônico é substituída por um arranjo que privilegia a interatividade no processo de projeto, com a atividade de coordenação de projeto sendo colocada no centro da atuação da equipe de projetos.

Parafraseando Fabrício (2002) a construção de edifícios se constitui em uma modalidade própria e complexa de organização produtiva e o seu completo entendimento exige uma visão das diferentes dimensões que compõem o empreendimento.

Para que a coordenação de projetos possa ser bem conduzida em um empreendimento de construção é importante que o processo de projeto seja minimamente conhecido e mapeado, a fim de permitir o planejamento da coordenação dos projetos e do fluxo de informações de projeto, (MELHADO, et al., 2011).

"O processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto as built e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto" (FABRÍCIO, 2002).

Segundo Arantes, et al (2010) com a mudança gradual do setor, e de acordo com a conjuntura da construção civil, existem alguns fatores que corroboram para a necessidade de melhorias dos projetos e a importância do adequado gerenciamento do processo projeto, como: a redução de custos e prazos, a demanda crescente por flexibilidade, o aumento da competitividade e a crescente articulação da cadeia de produção. Percebe-se ainda no que diz respeito aos projetos, crescentes demandas para projetos compatibilizados, uma melhoria na forma de apresentação dos projetos e um maior rigor no controle e distribuição da documentação dos projetos.

Morais (2010) explicita que pesquisas realizadas por entidades de gerenciamento de projetos de atuação em âmbito internacional, cerca de 30% (trinta por cento) dos problemas que ocorrem nas obras são decorrentes de um projeto mal desenvolvido, (tanto no sentido do planejamento do empreendimento quanto na concepção de instalações e equipamentos [design]), sobretudo na sua fase de concepção, onde seus reflexos irão aparecer durante a execução do empreendimento.

Tan, et al (1995) informam que uma vez que o custo da fase de projeto é responsável por apenas cerca de 3 a 10 por cento do projeto em média, a maioria das investigações e discussões sobre a qualidade dos projetos concentraram-se em fase de construção e raramente em fase de projeto.

Para ilustrar o processo tradicional de empreendimentos de construção, a figura extraída de Gobin (1993) apud Fabrício (2002) demonstra claramente a forma sequencial do processo, constantemente perseguida, mas muitas vezes realizadas de forma simultânea dentro de contextos específicos de cada empreendimento, ora pela falta de planejamento dos lançamentos, ora por necessidades de remanejamento de mão de obra própria, ora por dificuldades de encontrar terrenos com as características da construtora.

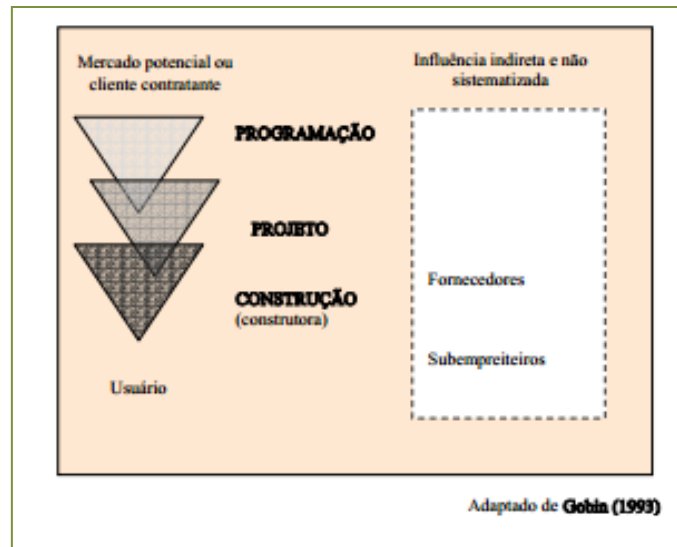


Figura 1 - Processo tradicional de empreendimento de construção (Fabrício (2002) adaptado de Gobin (1993)).

Para Arantes, et al, (2010) as escolas de engenharia não privilegiam uma visão sistêmica de relação projeto / produção e nem é enfatizada a importância de uma gestão completa, planejada e organizada. E a principal questão que envolve essa negligência do setor, é a inexistência de mecanismos nas empresas de projeto ou construtoras que gerenciam os projetos para avaliar o efetivo impacto de um bom projeto. Primeiro, porque é difícil ser percebido, pois quando é medido não há uma repetição do produto, e estes tem prazos muito extensos para essa análise. E segundo há outros custos para a mensuração adequada, ficando mais em uma percepção dentro da prática já estabelecida dentro da empresa.

Outra questão relevante para a análise e percepção de sua importância se dá pela constante rotatividade da mão de obra da construção civil, e das constantes alterações de especificação dos produtos (principalmente em se tratando de revestimentos).

Como já foi amplamente relatado na literatura, veja-se, por exemplo, em Maciel (1997): Melhado (1995), a garantia da qualidade dos projetos é fundamental para a redução de patologias após a construção dos empreendimentos.

Por outro lado, também foi amplamente relatada a importância dos projetos na racionalização construtiva e redução de custos, ou seja, na etapa de concepção e projetem-se o maior potencial de racionalização da execução, com menores custos.

Em validação da importância do processo projeto com relação à importância que o mesmo exerce dentro do empreendimento, o gráfico abaixo extraído de várias obras da

literatura específica nos mostra claramente que durante as fases de estudo de viabilidade, concepção do projeto, e também do projeto, as possibilidades de interferência e alteração dos escopos se fazem de uma maneira benéfica se pensar o projeto como o todo. E durante a construção essas interferências são mínimas, ou que interferem diretamente no custo, prazo e, por vezes pode inviabilizar a obra.

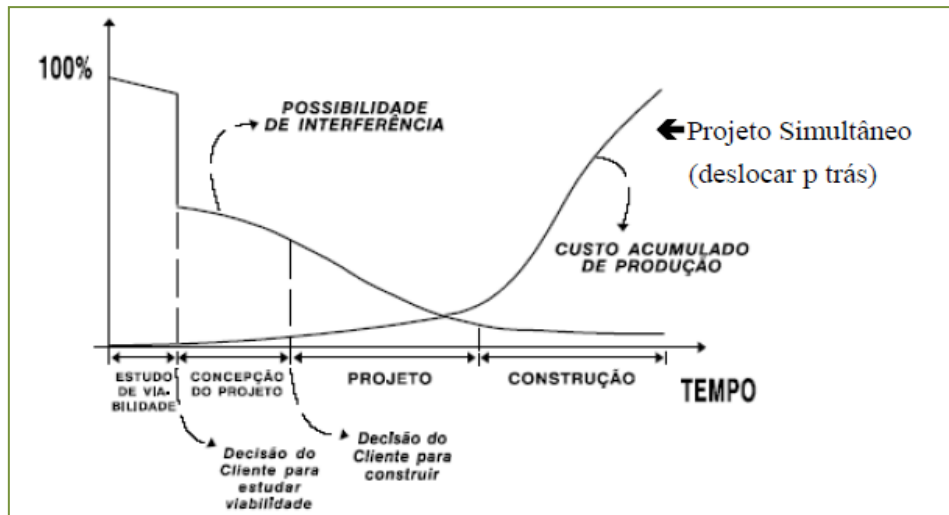


Figura 2 - Peso de projeto no empreendimento - Godin (1993), CII (1987) e Hammarkung; Josephson (1992) apud Fabrício (2002).

Outro gráfico que demonstra claramente o potencial de redução de custos de obra que podem ser conseguidos com investimentos em projeto, encontra-se nas obras de Souza, et al (1995), com relação ao custo mensal do empreendimento.

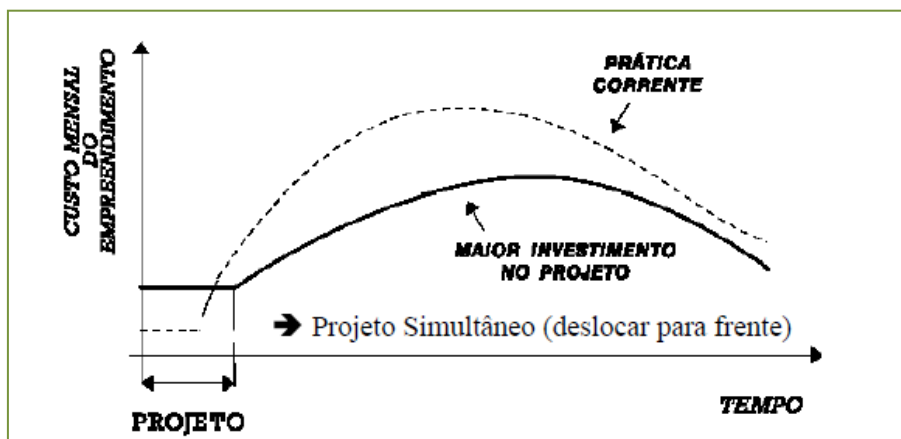


Figura 3 - Potencial de redução de custo da obra - Barros e Melhado (1993)

O processo de projeto poder tornar-se complexo por ter de levar em conta uma variedade de agentes, demandas e valores, considerando questões mercadológicas,

socioculturais, de viabilidade técnica e econômica, urbanísticas, etc. (FABRÍCIO, 2002).

Outro fator que deve ser considerado na importância que o processo projeto exerce em um determinado produto diz respeito a complexidade do processo intelectual de projeto. Os processos de representação e comunicação não se dão de forma isenta à criação, ou seja, à medida que se desenha, que se representa uma formulação mental, essa representação interage com a criatividade. E os algoritmos, métodos de cálculo e os computadores amplificam as capacidades de processamento de informações, programas de computação gráfica amplificam a capacidade de representação de ideias abstratas e possibilitam integrar imagem a algoritmos numéricos, gerando simulações.

Segundo Fabrício (2002) "A complexidade do processo intelectual pode ser expressa pela mistura e interação das habilidades intelectuais".

Vide abaixo, nas figuras 6 e 7 as habilidades inseridas no processo intelectual do projeto e a mistura e interação que se fazem necessários no desenvolvimento de um projeto com relação às habilidade intelectuais necessárias.

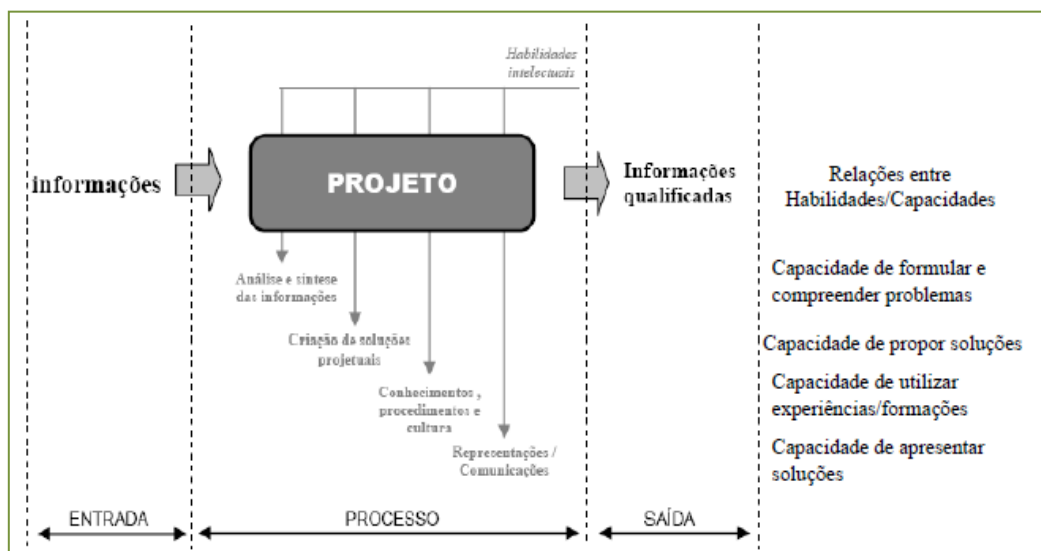


Figura 4 - Habilidade no processo intelectual do projeto - Fabrício (2002)

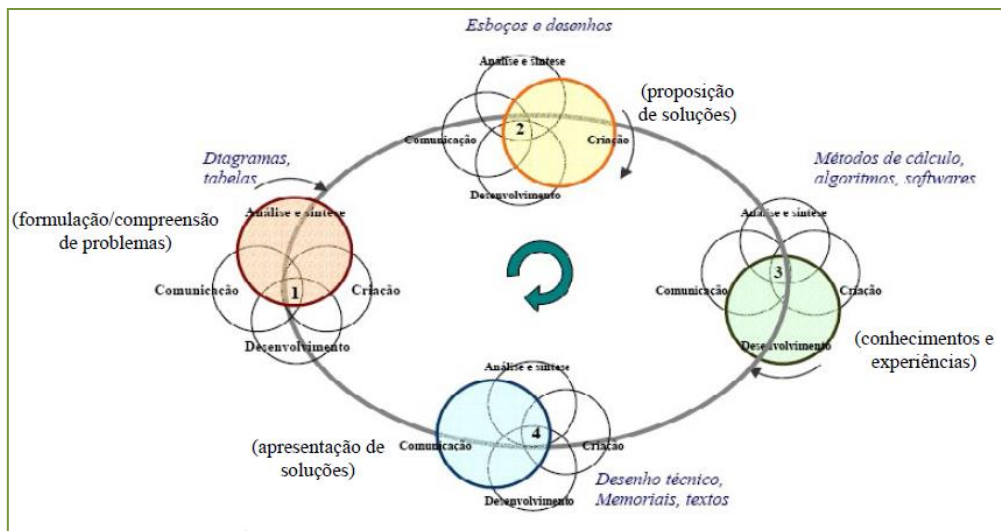


Figura 5 - Mistura e Interação das habilidades no processo intelectual do projeto - Fabrício (2002)

Para Moraes (2010) é importante observar que muitos processos dentro do desenvolvimento e gerenciamento de projetos são iterativos devido à existência, e necessidade, de uma elaboração progressiva em um projeto durante todo o ciclo de vida do projeto. Isto é, conforme uma equipe de desenvolvimento e gerenciamento de projetos aprende mais sobre um projeto, poderá desenvolvê-lo e gerenciá-lo com um nível maior de detalhes.

O gerenciamento do processo de projeto é a progressão por etapas de construção varia de acordo com a disponibilidade e a transferência de informações atuais para aplicação futura. A desconexão principal é a transformação de informação virtual para prática - (JOHNSON, et al., 1998).

O gerenciamento do processo de projeto é o processamento e o acúmulo da maturidade dos dados até que as informações que estejam sendo produzidas pelos designers atinjam um nível satisfatório de maturidade para a sua utilização (KUMAR, et al., 2011).

A coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de projeto e tem como objetivo fomentar a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos assim desenvolvidos, (LUKIANCHUKI, et al., 2011).

Melhado, et al (1992) vinculam a inserção do conceito de processo nos projetos para produção do empreendimento, ou seja, o projeto deve conceber além do produto o seu

processo de produção, cada projeto deve ser visto como um sistema, com entradas e saídas, e dentro dele operações concatenadas de acordo com um procedimento.

A coordenação de projetos é uma atividade pertinente e essencial ao desenvolvimento do processo de projeto, voltado à integração das diversas disciplinas e áreas que compõem o mesmo, (GRILO, et al., 2005).

Para garantir uma eficácia no gerenciamento de processo projeto se faz necessário um planejamento adequado, assim, Cassarotto (1999), citando Oliveira (1994) define planejamento como: "um processo desenvolvido pela empresa para o alcance de uma situação desejada, de modo mais eficiente e efetivo, com a melhor concentração de esforços e recursos disponíveis, que pressupõe a necessidade de um processo decisório que ocorrerá antes, durante e depois de sua elaboração e implementação. Assim, o planejamento é uma atividade complexa que visa à determinação de estados futuros desejados e à avaliação de ações alternativas para que tais estados sejam alcançados, dentro de um contexto ambiental interdependente e mutável".

A definição de planejamento em MAGES (2004): "processo contínuo e dinâmico que abrange um conjunto de ações intencionais, integradas, coordenadas e orientadas para tornar realidade um objetivo futuro, de forma a possibilitar a tomada de decisões antecipadamente. Objetivo esse, que são situações futuras desejadas possíveis de serem alcançados, com os recursos humanos, materiais, financeiros e tecnológicos disponíveis e em prazos exequíveis".

Ainda em Cassarotto (1999), o ambiente dinâmico das empresas modernas, fruto da competitividade e de avanços tecnológicos, provocou aumento na quantidade e complexidade das decisões administrativas, requerendo uma valorização das funções de planejamento e controle para o seu gerenciamento eficaz, reduzindo a incerteza e avaliando os riscos.

Conforme o MAGES (2004), a definição de controle é a "ação de acompanhamento e análise de tendências de execução que visa, continuamente, conduzir as atividades na forma estabelecida pelo planejamento, prevenindo afastamentos prejudiciais ao alcance dos objetivos fixados".

A necessidade de informações sumarizadas periodicamente sobre a situação do andamento do contrato em nível gerencial, de fácil leitura, possibilita a orientação eficaz

e no tempo adequado, da utilização de recursos disponíveis para a manutenção dos objetivos do empreendimento, minimizando com isso, o risco inerente ao processo.

Conforme Oliveira (1994), "desvios de ritmo das atividades podem provocar interferências entre as equipes de produção e ainda afetar a contratação e pagamentos dos empreiteiros, uma vez que algumas atividades podem consumir mais recursos do que aqueles disponíveis".

Do ponto de vista conceitual, a gestão de processo pode ser definida como as atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização.

Para Grilo, et al (2005), essa conceituação, que tem sua origem no complexo ambiente das organizações, pode ser também aplicada à gestão do processo de projeto, entendida com um conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar o processo de projeto.

Em Ballard, et al (2004), verifica-se que para que a confecção e o desenvolvimento do projeto iniciem-se de maneira correta, etapas como a elaboração de um programa de necessidades, estudo de viabilidade, formalização do produto, detalhamento, planejamento e execução do produto, a entrega, e a retroalimentação do processo deverão ser estabelecidas antecipadamente.

Na integração que se fazem entre projeto e obra, Lukiantchuki, et al (2011) descreve que essa interação entre essas duas esferas de coordenação (projeto-obra) tem crescido e de ser entendida como um recurso a ser explorado para melhoria das soluções de projeto, assim como para os próprios resultados obtidos quanto à qualidade do produto final.

Ulrich, et al (1999) dizem que tanto o projeto do produto quanto da produção afetam os objetivos de desempenho que representam o poder de competitividade de uma empresa de acordo com sua produção.

Para Koskela (1992) a definição de projeto está vinculada pela composição de seus fluxos. Assim, o projeto de construção deveria ser baseado em fluxos e na eliminação de desperdícios. Segundo o autor, os problemas de fluxos mais agudos são caracterizados pelo processo tradicional de produção e conceitos de organização, assim como as

peculiaridades da construção; para a melhoria dessas questões é necessária uma abordagem com ênfase em controle e melhoria contínua.

Há no cenário atual do setor uma perspectiva de transformação do projeto do produto em projeto para produção (integração projeto produção), e que deve ser perseguido por toda a organização que pretende ser competitiva e atuante no mercado, em prol de todos os resultados qualitativos já amplamente percebidos, mesmo sob as condições particulares supracitados no subcapítulo 2.1 do produto da construção.

Para Melhado (1994) o projeto para produção é o conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de:

- A. disposição e sequencia de atividades de obra e frentes de serviço;
- B. uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro;
- C. e outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Em síntese, projetos que caracterizem a forma de materializar as soluções técnicas propostas nos projetos de produto.

Algumas diretrizes que devem ser percebidas para a otimização do projeto para a produção são:

- A. Deve ser desenvolvido juntamente com as demais disciplinas do projeto, com apoio de uma coordenação de projetos eficiente;
- B. Não deve ser percebido como mais uma disciplina de projeto isolada do contexto da produção;
- C. Deve conter elementos suficientes para orientar a execução, definindo materiais, sequencia de execução, equipes de serviço, etc.;
- D. Deve refletir a cultura e a tecnologia construtiva da empresa construtora da obra;

A figura 8 abaixo explicita os potenciais projetistas para o desenvolvimento adequado de um projeto para a produção, onde a situação ideal se dá por uma equipe multidisciplinar:

SITUAÇÃO	VANTAGENS	INCONVENIENTES
Projeto elaborado pelo "projetista do produto" (arquiteto ou engenheiros)	Incentivo à integração direta entre produto e produção. Participação desde o início do projeto garantida	Inadequação tecnológica das soluções dadas Prioridade ao produto Ausência de crítica
Projeto elaborado por um consultor em racionalização construtiva	Atualidade tecnológica das soluções dadas Apoio à obra (incluir visitas no contrato)	Serviço caro (reais por homem-hora) Possibilidade de rejeição interna Possível desconhecimento da realidade do processo de produção da empresa
Projeto elaborado por equipe do escritório da construtora	Uso da experiência construtiva interna Menores custos (folha de pagamento)	Necessidade de manter equipe interna. Mesmos vícios dos projetistas
Projeto elaborado pela equipe técnica da obra	Máxima proximidade entre escolha e aplicação de soluções tecnológicas Mínimo custo (equipe usual de obra)	Falta de renovação tecnológica das soluções dadas Desenvolvimento seqüencial aos projetos do produto Prioridade à produção, em detrimento do produto
Projeto elaborado pelo fornecedor ou subcontratado	Envolvimento do fornecedor ou subcontratado na racionalização construtiva	Pouca atenção à solução de problemas de interface Proposta de projetos-padrão, inadequados à realidade da empresa

Figura 6 - Planilha projetistas para o projeto de produção – (MELHADO, 2000)

A integração ótima do projeto-obra está na técnica que vai se adquirindo quando o planejamento é associado à experiência prática, o pensar e o fazer são exercidos pelos indivíduos de forma experimental e empírica e faz parte de uma mesma essência saber fazer (ex. ofício entre mestres e aprendizes nas obras de construção). Por isso a parceria de projetistas que estão em conjunto em vários projetos e a participação efetiva dos colaboradores das obras no processo de projeto se faz tão importante para estreitar a relação e sensibilizar a obra da retroalimentação para se alcançar níveis ótimos no projeto em desenvolvimento e em outros similares a serem iniciados. (MELHADO, 2000)

Já na tecnologia, o pensar é relacionado ao conhecimento formal e abstrato da ciência e posteriormente é associado às técnicas de produção. O pensar e o fazer são dissociados e exigem habilidades distintas. Trata-se de saber fazer aquilo que foi projetado.

O projeto na construção civil, para Oliveira, et al (2004) "... deve informar o desenho e as características físicas do produto, permitir a introdução de inovações tecnológicas, reduzir a existência de problemas patológicos, garantir características de qualidade, racionalidade e construtibilidade do empreendimento, gerando, dessa forma reflexos positivos na adequação ao uso, redução do lead time de execução da obra e redução dos

seus custos finais, devendo ainda observar a segurança do trabalhador e a preservação do meio ambiente, tanto na fase de execução da obra como do seu uso”.

A ausência de dados ou a omissão de especificações e informações no conjunto dos projetos, referentes à tecnologia de execução das soluções propostas, assim como a ausência de informações que permitam a integração geométrica, tecnológica e produtiva entre componentes e subsistemas, demonstra a importância da elaboração de projetos para produção, relacionados com a caracterização do sistema construtivo e dos processos de trabalho empregados na produção (NOVAES, 2001).

A atitude de se detalhar os projetos é imprescindível para se obter o máximo de vantagens no processo construtivo. No detalhamento se faz a integração entre o escritório e o trabalho em campo. Deve-se imaginar a obra sendo construída no papel antes de sua execução em canteiro. Portanto, é necessário exteriorizar o processo. (SANTOS, et al., 2001).

Em uma visão do projeto quanto à representação gráfica, Duarte, et al (2002) entendem que a clareza da informação está relacionada com o cuidado na escolha das espessuras das linhas, com a preocupação em diferenciar informações pertinentes a campos distintos, com a padronização de critérios para determinadas representações e com a escolha apropriada de texturas e outros itens complementares. Em consequência das más representações do desenho, os autores afirmam que o distanciamento entre o projetista e o construtor pode ser o principal responsável pelas patologias geradas ainda na fase de projeto.

Salientando a importância de se ouvir a equipe da obra, Duarte, et al (2002) salienta que o profissional que efetivamente trabalha com a execução dos projetos na obra sabe quais informações são realmente relevantes e necessárias para que esses se tornem indispensáveis à execução das atividades. O projetista algumas vezes não tem vivência de obra suficiente para ter adquirido todo esse conhecimento, entretanto é necessária a adoção de medidas que possam suprir esta lacuna, e uma possibilidade para que isso aconteça é a integração do executor em algumas fases de elaboração do projeto.

Para Alarcon, et al (1998), aspectos construtivos e padrões de qualidade devem ser definidos durante a fase de concepção dos projetos. Nesta fase importante, geralmente é realizada com pouca ou nenhuma interação entre as equipes de desenho e construção.

Esta lacuna gera muitos problemas durante a construção como projetos incompletos, alterações nos processos de compras de materiais e serviços, retrabalho, atrasos na construção, dentre outros.

Ainda segundo os autores, durante as fases tradicionais do processo de projeto da construção civil, que são divididas em várias sequências temporárias e entregue a diferentes especialistas para a sua execução e em geral entregue a equipe de produção, não ocorre nenhum contato direto entre projeto - obra e a coordenação do processo projeto. Essa sequencia acaba gerando vários problemas e conflitos durante a fase de execução.

Dentre os problemas percebidos, ressaltam-se soluções em projeto com qualidade inferior aos propósitos do produto, a dificuldade para construção e a um grande número de alterações nos desenhos. Originando falhas na concepção e retrabalhos construtivos.

E ainda os impactos destas alterações não são compreendidos e raramente reconhecidos, em termos de custos e cronograma, fazendo com que essa interface não seja sentida como necessária de uma maneira sistêmica. (ALARCON, et al., 1998).

A interface projeto - obra oferece um grande potencial de melhoria. Para isso se faz necessário à identificação de valor e a redução de resíduos durante o processo de projeto - obra. Através de definição de procedimento de projeto e sua devida avaliação, assim como a padronização da comunicação entre todos os envolvidos no processo, a definição precoce e explícita das necessidades dos clientes internos e os atributos necessários dos desenhos, podem proporcionar importantes reduções de defeitos de projeto e seus impactos consequentes. (ALARCON, et al., 1998).

Ainda segundo os autores geralmente é durante a fase de execução dos projetos onde são detectados defeitos de projetos. E os principais problemas são:

- A. falta de qualidade nos desenhos;
- B. incompletos e não claros para a execução dos mesmos;
- C. grande quantidade de especificações somadas a dificuldades de se entender essas especificações fazendo com que as mesmas sejam ignoradas;
- D. falta de padronização dos desenhos e incompatibilidade com a tecnologia construtiva a ser executada;

E. falta de edificabilidade, onde não são definidos no desenho os detalhes importantes para a execução e os mesmos tornam-se problemas a serem resolvidos na fase de construção.

Estes problemas, geralmente são detectados apenas antes de iniciar a construção da atividade específica da disciplina, e, ou mesmo depois que as mesmas já foram realizadas.

Para Huovila, et al (1994) existem várias instâncias para a perda de valor:

- A. parte dos requisitos dos projetos são perdidos no início;
- B. outra parte são perdidas durante o processo de desenho (falha na comunicação de um projetistas com disciplinas sucessoras a ela);
- C. existe pouca melhoria e otimização das soluções de desenho;
- D. erros de desenhos permanecem até o produto final.

Para isso se faz necessário:

- A. a análise rigorosa dos requisitos e necessidade de entrada, com uma cooperação estreita do cliente;
- B. sistematização da gestão de qualidade dos requisitos;
- C. melhoria e otimização do processo de projeto (design) com interações rápidas entre todos os agentes que emitirem informações de concepção e construção.

Todas as fases do ciclo de vida do projeto devem ser consideradas simultaneamente na fase conceitual. Sendo necessárias para eliminar atividades que não agreguem valor e, em seguida, retornar desde a fase de construção para a fase de concepção.

Para Love, et al (1996) a engenharia simultânea trás uma grande melhoria na produtividade obtida no desempenho dos produtos referente ao processo de design, onde todas as fases do produto são consideradas simultâneas (desde a fase conceitual até o estágio do projeto detalhado). Estes conceitos traduzidos para a indústria da construção civil visam a melhora contínua dos processos.

Conceitos genéricos trazidos da industrialização foram sugeridos à indústria da construção como: a reengenharia abraçando a engenharia simultânea, produção enxuta e processo de redesenho.

Engenharia simultânea para Love, et al (1996) no contexto da construção simultânea se dá por uma abordagem sistemática para o integrado, a simultaneidade de projeto e construção, a consideração de aspectos relacionados a jusante (planejamentos, estratégias) e a eliminação das atividades que não agregam valor. Isto é conseguido através da abordagem de equipe multidisciplinar que estejam motivados no processo de design como um todo e a considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto (resolver problemas quando do processo do design). Para isto se faz necessário estreitar os relacionamentos entre os *stakeholders*, fomentar as extranets, definir melhor objetivos mensuráveis e estreitar e bem conceituar os métodos de concepção e construção.

A engenharia simultânea é um conceito de gestão oriundo da indústria transformadora que tem como ponto de referência e fonte de inovação para a Indústria da Construção Civil. Qual sejam, para a Engenharia Simultânea, os processos de construção devem ser realizados simultaneamente, considerando a aplicação dos aspectos a jusante do processo de concepção e construção, a eliminação do que não é valor, adicionados às atividades, à necessidade de equipes multidisciplinares (abordagem por equipe) como método comprovado para alcançar melhorias significativas no desempenho do produto e do custo.

Segundo Fabrício, et al (2002) a engenharia simultânea aplicada à Construção Civil deve procurar garantir uma responsabilidade coletiva, dentro de um processo de coordenação forte para atuar com diferentes projetistas e especialistas desde o início de processo de concepção até o desenvolvimento do produto, visando soluções integradas e globais.

Ainda em Fabrício, et al (2002) deixam claro que para atingir o desenvolvimento potencial da integração das interfaces simultâneas, o projeto deve ser tratado como um todo. A Engenharia simultânea aplicada à construção civil deve buscar a garantia de uma autoria coletiva no edifício design processo por coordenar os esforços dos jogadores diferentes do projeto e especialistas desde o início do processo de conceito e desenvolvimento do produto, visando soluções integradas e globais.

Para muitos autores estudados Alarcon, et al (1998), Huovila, et al (1994) e Fabrício, et al (2002) um projeto para a construção civil pode ser qualificado e otimizado através da

introdução de novas práticas de gestão com base nas instalações da engenharia simultânea.

A adoção da engenharia simultânea representa um avanço significativo no caminho com foco o desenvolvimento de produtos na construção civil, envolvendo o processo de design de todos os aspectos de um ciclo de vida do projeto e pode permitir melhorar o desempenho do processo de design, melhorando assim o edifício qualidade de produto.

Para Love, et al (1996) a falta de continuidade e as disposições contratuais dos projetos engendradas e fragmentadas desestimulam e desencorajam os esforços das equipes de projeto para melhorar a qualidade e a redução de desperdícios. Os resultados são percebidos por outros e não há um *feedback* do mesmo aos agentes já envolvidos, por isso é pouco provável qualquer alteração estrutural na Indústria da Construção. Agravados a este fato está a especialização extrema das atividades, o que tornam a gestão e a coordenação para melhoria como um processo difícil e tedioso.

Outras questões que dificultam a implementação de esforços em prol da engenharia simultânea, é com relação às possibilidades inerentes de conflitos surgidos pelas atividades da construção ser divididas em atividades sequenciais atribuídas a diferentes especialistas somados a desperdício de tempo e aumento de retrabalho. E a solução trazida está na organização de um gerenciamento de projetos externo como mecanismo de integração entre os agentes e o cliente.

Na tentativa de redução de tempo total de desenvolvimento de projetos de construção, a indústria tem sobreposto atividades de concepção e construção (*Fast Tranking* – tempo global da construção é reduzido). No entanto o rastreamento rápido (*Fast Tranking*) está sendo geralmente interpretado como uma ferramenta usada para “perseguir” o programa, o que leva a perda/desvios de objetivos como custo, tempo e qualidade. O que limita as oportunidades de inovação e melhoria de processos e da redução das atividades que não agregam valor, (LOVE, et al., 1996).

Para Love, et al (1996) a aplicação otimizada da Engenharia Simultânea, o planejamento do projeto deve levar em consideração aspectos de design e produto voltados a eliminação de atividades que não agregam valor, somados a uma equipe multidisciplinar com objetivos definidos e boa intercomunicação entre as atividades. E

o planejamento deve incluir construtibilidade, seleção de materiais, controle de prazo e custo, tecnologias, dentre outros.

Ainda em Love, et al (1996), dentre os aspectos a jusante do processo de concepção e construção, salienta-se a necessidade de educação dos agentes e clientes da Indústria da Construção nos conceitos da Engenharia Simultânea, o que levaria uma quebra de barreiras culturais, comportamentais, organizacionais e institucionais.

No processo tradicional de design, o tempo improdutivo é criado para todos os períodos de espera entre tarefas. Nas organizações mais bem sucedidas, a eliminação de resíduos é um objetivo primordial. Isto é possível no setor da construção mudando a maneira em que aos projetos de construção normalmente são organizados. Essa organização leva a um processo de desenvolvimento mais unificado, o que incentiva a tomada de decisão colaborativa, a coordenação de equipes, ao compartilhamento de informações, estimulando os participantes em direção as metas e objetivos almejados.

Na abordagem por uma equipe multidisciplinar, os autores defendem que o processo projeto estimule as relações iniciais e concentra os participantes em uma mesma direção em prol das mesmas metas e objetivos. Essa abordagem aumenta consideravelmente as chances de sucesso no projeto.

Para Love, et al (1996), a engenharia simultânea é um método comprovado para alcançar melhorias significativas no desempenho do produto e custo inseridos, e que gradualmente vem quebrando barreiras culturais, comportamentais, organizacionais e institucionais existentes entre os agentes numa necessidade urgente de se adotar um processo preconizado pelos conceitos da engenharia simultânea e integrado.

2.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CONSTRUTIBILIDADE

Na revisão bibliográfica realizada, em quase todos os trabalhos sobre construtibilidade, o conceito de CIRIA (1983) é sempre citado como uma das principais definições: "na medida em que o projeto de um edifício auxilia a facilidade de construção".

Ou em um conceito ainda mais simples os parâmetros de construtibilidade resumem-se na facilidade de construir, garantindo um melhor aproveitamento dos recursos empregados (SILVA, 1996).

Wong, et al (2006) separam três definições distintas para a construtibilidade: "Na medida em que o projeto de um edifício facilita a construção, sujeitos as requisitos gerais para a construção concluída", CIRIA (1983), já amplamente citado; "a capacidade de construir um edifício eficiente, economicamente e aos níveis de qualidade acordado de seus materiais, componentes e subconjuntos"- (FERGUSON, 1989); e "na medida em que as decisões tomadas durante todo o processo de aquisição, em resposta a fatores que influenciam o projeto e outros objetivos do projeto, de construção, finalmente, facilitam a facilidade de construção e a qualidade do projeto concluído" (MCGEORGE, et al., 1992). Abaixo segue tabela síntese:

DEFINIÇÕES
FACILIDADE DE CONSTRUÇÃO (CIRIA, 1983)
EFICIÊNCIA DA CONSTRUÇÃO (Ferguson, 1989)
INFLUÊNCIA DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO (McGeorge et al., 1992).

Tabela 1 - Síntese de (WONG, et al., 2006)

Lam, et al (2011) descrevem que o início das preocupações sobre as diferentes fases no desenvolvimento da construção foi criado na década de 1960 quando uma série de estudos, como Emmerson (1962), Banwell (1964), foram realizados no Reino Unido.

Ainda em Lam, et al (2011) descrevem a sequência da origem dos conceitos de *buildability* oriundas de pesquisas de indústria de construção e informações de associação, CIRIA (1983) no Reino Unido introduziram o conceito de *buildability* e a *O Instituto da Indústria da Construção – CII* (1987) nos Estados Unidos desenvolveu a noção de construtibilidade.

E informam que CIRIA (1983) indica a importância das considerações de design voltada para melhoria da construtibilidade. Posteriormente, um conceito semelhante de construtibilidade foi introduzido pela CII (1987) como "o uso ideal de conhecimento de construção e experiência em planejamento, projeto design, contratos e operações de campo para atingir os objetivos globais do projeto".

Lam, et al (2011) ainda trazem uma revisão da bibliografia sobre as definições de construtibilidade. São elas:

- a integração ideal de conhecimentos de construção e experiência em várias fases do projeto para atingir os objetivos gerais do projeto. (CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION, 1983)
- Francis, et al (1999) encontrou que construtibilidade pode contribuir para a rápida conclusão dos projetos;
- Jergeas, et al (2011) mostrou que projetos voltados para a construção conduziria a economia em custos de projeto e de problemas com alterações;
- Trigunarsyah (2004a) e (2004b) apontam que projetos edificáveis trariam uma melhoria da qualidade e desempenho de segurança, bem como níveis mais elevados de produtividade e reduziriam os riscos de problemas imprevistos na construção.

Lam, et al (2011) descrevem na revisão da literatura que se tornou evidente que o progresso de resolução de problemas de construtibilidade é ainda insatisfatório. A validação desta constatação veio através de relatórios de avaliação do setor de construção, que normalmente encontraram empreiteiro-construtores com poucas entradas no projeto, Egan (1998), ou consultores que promovem pouca ênfase com os preceitos da construtibilidade. (CIRC, 2001).

Ainda em segundo os autores, a indústria de construção saúda todas as iniciativas para melhorar a construtibilidade, Wong, et al (2004a). No entanto, qualquer iniciativa desse tipo implica em uma mudança fundamental da cultura e da remoção da inércia em que a indústria da construção civil vem realizando.

Outro obstáculo aos esforços de melhoria em prol da construtibilidade apontado por Lam, et al (2011), decorre das atitudes do processo tradicional da construção civil com relação às interfaces entre fornecedores, clientes e consultores.

Os autores salientam que os conceitos de construtibilidade são desconhecidos para muitos construtores inexperientes, Ma, et al (2001). Mas que os mais experientes no mercado da construção civil estavam dispostos a dedicar muito esforço na melhoria da construtibilidade.

Ainda trás que a abordagem por integração do trabalho em equipe, obtém melhores resultados do projeto para a indústria de construção, incluindo a melhoria da construtibilidade, (CIRC, 2001).

Lam, et al (2012) trazem que as falhas nos desenhos como incompletudes, excessos, ou projetos não voltados a particularidades das obra, ou que são insuficientes conforme descritos em (GRAHAM, et al., 2001).

Lam, et al (2012) exemplificam que estudos paralelos, em seguida, foram realizados no Brasil (Instituto de indústria da construção CII (1987) no Reino Unido, Griffith, et al (1995) e EUA, CIRIA (1983), onde o termo construtibilidade abraça um escopo mais amplo onde abrange a gestão do conhecimento em construção.

No Canadá, Nima, et al (1999) concluíram , que a construtibilidade melhora o orçamento de projeto e o cronograma durante a fase de construção.

Lam, et al (2012) ainda fomentam que quanto mais cedo se introduzir os conceitos de construtibilidade em um projeto, o quanto antes da construção, mais garantido fica a produtividade, segurança e eficiência da obra.

A eminente necessidade de melhorar a construtibilidade promove um comprovado impacto na produtividade, custo e prazos de execução (POH, et al., 1998)

Lam, et al (2006) informam que os problemas de gestão do fluxo sequencial entre design e construção é um das principais reclamações dos construtores, onde informam que os projetos são imprudentes e dificultam a tarefa da construção.

Essa afirmativa foi validada desde o trabalho de Emmerson (1962), no relatório apresentado ao governo do Reino Unido. E ainda, o mesmo salienta que as ineficiências na indústria da construção resultaram de falhas de comunicação e coordenação.

Os autores destacam que o relatório do Tavistock (1965) aponta as causas dos problemas de comunicação entre as partes contratantes e que poderiam ser atribuídas à divisão de responsabilidades e ao padrão de relacionamento. Desde então, houve a necessidade de integrar as diferentes fases de desenvolvimento do projeto.

Lam, et al (2006) salientam que as falhas na integração das fases de concepção e construção, envolvendo disciplinas e conhecimentos diferentes, falhas de comunicação

de empreiteiros e projetistas são originárias da falta de experiência e conhecimento de construção por parte dos projetistas envolvidos, não reconhecendo o projeto para construção como uma consideração importante no projeto.

Corroborando com os conceitos supracitados, a construtibilidade, é um conceito de gestão, e deve ser verificado em todas as fases e processos que envolvem o projeto, (GRIFFITH, et al., 1995).

Lan, et al (2006) descrevem que “Na prática, obras de construção são iniciadas antes dos projetos estarem totalmente desenvolvidos. Isto pode ser devido a um desejo de acelerar a data de conclusão ou ao pequeno investimento injetado no projeto antes da obra (estima-se que só é destinado para os projetos design os percentuais de 3 a 10% de um empreendimento, como sugerido por (TAN, et al., 1995) .”

Os autores afirmam que os prazos para realização dos projetos são insuficientes aliados com a falta de compreensão e experiência na construção civil por partes dos projetistas, (FOX, et al., 2002).

A abordagem tradicional de aquisição inerentemente separa a concepção e construção. Um problema que isso traz é pobre *buildability*, (LAM, et al., 2006).

Qualquer alteração de projeto de um componente de construção que tem efeitos concomitantes sobre a concepção de muitos outros componentes de construção, particularmente durante a fase de projeto detalhado, pode trazer dificuldades de incompatibilidade ou erros potenciais durante a construção (MOKHTAR, et al., 2001).

Para um projeto de construção, os objetivos podem incluir a funcionalidade e desempenho, a estética e seus impactos no projeto, bem como a construtibilidade e a qualidade, (FERGUSON, 1989) ; (THOMSON, et al., 2003).

Projetistas devem gerenciar o produto do projeto e o processo para assegurar que o resultado final irá encontrar todos os valores e critérios de desempenho (SILVA, et al., 2006)

Lam, et al (2006) defendem que para desenvolver a melhor solução de projeto, Uhlik, et al (1998) defenderam o envolvimento dos proprietários, consultores, fornecedores, designers e construtores do processo de design, permitindo a troca de conhecimentos.

Corroborando com a afirmação que as parcerias entre projetistas e construtores são benéficas para atingir os objetivos da construtibilidade, os autores descrevem que certo nível de entendimento mútuo do conhecimento sobre o projeto como um todo, é indispensável, entre os participantes das diferentes disciplinas do projeto, e que estes tenham uma estreita coordenação e comunicação. Acima de tudo, designers devem dar e conhecer uns aos outros e suas respectivas considerações para melhorar construtibilidade no decorrer do projeto.

O artigo de Lam, et al (2006) informa que diversos autores acreditam que um diálogo contínuo entre designers e outros participantes do projeto eventualmente irá ajudar na melhoria da construtibilidade.

Abaixo segue tabela 2, que mostra o resumo de atributos *buildability*, identificados por pesquisadores de diferentes países, em comparação com esta pesquisa:

Chan, et al (2006) apontam que muitas dificuldades de construção e problemas induzidos por desenhos deficientes não se tornam aparentes até que se inicia uma obra. As aparentes falhas no conhecimento e na compreensão do processo de construção por parte dos projetistas é um dos principais focos nos estudos de construtibilidade.

Em Chan, et al (2006) salientam que o conceito de construtibilidade leva em consideração um escopo mais amplo e que *buildability* compreende o projeto, bem como funções não relacionadas aos desenhos, incluindo o sistema de gestão utilizado que afeta as operações de construção. E informam que há mais de 40 anos, os defensores da *buildability* e *constructability* têm se esforçado para melhorar o desempenho da construção.

Sintetizam a construtibilidade como a gestão ótima da estruturação das atividades do processo de projeto para alcançar os objetivos do projeto de construção. Os três fatores que afetam a construtibilidade que os projetistas tem que considerar são:

- A. a obra
- B. concepção de montagem prática
- C. teste do projeto.

Abaixo, segue a tabela 2 síntese adaptado dos conceitos de *buildability* e *edificability* ao longo das últimas décadas em ordem cronológica e por países dos estudos e diretrizes realizada por (CHAN, et al., 2006).

PAÍS	AUTOR	DATA	DIRETRIZES
Reino Unido	Emmerson	1962	Técnicas e detalhes, com ênfase na produtividade, racionalização de design. Pioneiro no incentivo a integração da concepção e construção. Levantamento de falhas na comunicação e coordenação.
	Borchardt	1964	Análise da pobre <i>buildability</i> . Necessidade de envolvimento precoce dos contratantes no estágio de projeto.
	CII	1975	Busca por melhorias de <i>buildability</i> de projeto.
	CIRIA	1979	Desenvolvimento do conceito chamado 'Buildability'.
	CIRIA	1983	"Na medida em que o projeto de um edifício facilita a facilidade de construção."
	Gray	1983	Necessidade de adequação dos prazos construtivos dos projetos. Interface projeto - obra.
	Griffith	1984	Consulta aos contratantes e construtores na fase de concepção do projeto. Necessidade de gestão eficiente para a construtibilidade.
	Griffith	1989	Fatores de aquisição inovadora para a satisfação do cliente, a qualidade e a produtividade.
	Adams	1989	Planejamento global do empreendimento sob responsabilidade e coordenação dos projetistas.
	Ferguson	1989	Desenvolvimento do conceito de construtibilidade como: "a capacidade de construir um edifício eficiente, economicamente e níveis de qualidade acordado de seus materiais, componentes e subconjuntos".

	Egan	1998	Necessidade de utilização de componentes padronizados e definição dos processos. Adoção de tecnologia da informação para melhorar a qualidade e eficiência da comunicação design (projeto).
PAÍS	AUTOR	DATA	DIRETRIZES
	CII	1987	Sistema de gerenciamento para alcançar o custo, cronograma, qualidade e outros benefícios do projeto
	Business Round	1982	Benefícios da prática da construtibilidade com relação a custo
	CII	1986	"O uso ideal de conhecimento de construção e experiência em planejamento, projeto, aquisição e campo operações para alcançar objetivos gerais do projeto"
	CII	1987	Aplicação dos requisitos para implementação de construtibilidade pelas empresas. 14 conceitos definidos para referentes ao planejamento conceitual, as fases de projeto e contratos, bem como operação de campo.
Estados Unidos	Griffith e Sidwell	1995	Construtibilidade para melhorias do planejamento, engenharia, compras e campo de estágios de operação no canteiro.
	Glavinich	1995	O Planejamento do projeto é necessário para desenvolver e revisar o cronograma de construção em todo o processo de design para a construtibilidade.
	UhlikLores	1998	Participação precoce de outras disciplinas, na fase de projeto para aumentar o entendimento mútuo entre si.
	Mokhtar	2000	Auxílio do computador para minimizar a incompatibilidade entre os diferentes componentes em projetos.

	Hon et al	1998	Fatores influentes para construtibilidade incluem um otimizado sistema de entrega do projeto, o envolvimento dos contratantes em design, comunicação eficiente e a qualidade do gerenciamento de projetos.
PAÍS	AUTOR	DATA	DIRETRIZES
Singapura	Poh e Chen	1998	Diretrizes oficiais para quantificar a construtibilidade. Obrigatório para a construção de empreendimentos a implementação do Buildable Design Appraisal System (BDAS), que foi estabelecido para medir a construtibilidade em documentos de projeto.
	BCA	2000	Aprovação e As-built de construtibilidade. Preconizam normalização, simplicidade e elementos integrados.
	Governo	2001	Exigências de aprovação da pontuação mínima de construtibilidade, antes da concessão da aprovação.
	Lam	2002	Após a implementação dos BDAS, observou-se melhorias de produtividade local, consumo e qualidade na mão de obra de construção.
China (Hong Kong)	CIRC	2001	Construtibilidade pobre como um dos problemas da indústria da construção civil. Maior adoção de tecnologias afim de reduzir custos e promover a economia de trabalho e a minimização do desperdício de material.
	CIRC e Chan Chan	2001-2002	Integração de diferentes disciplinas no início de um projeto e o aumento do uso de componentes pré-fabricados, padronizados e modulares para trazer a redução dos resíduos de construção e melhoria de produtividade.

Tabela 2 - Adaptado de (CHAN, et al., 2006)

O *Buildable Projeto Sistema de Avaliação* (BDAS) foi desenvolvido como uma forma de medir o impacto potencial de um projeto de construção sobre o uso de mão de obra em Singapura. Os resultados do sistema de avaliação em uma pontuação *buildability* do projeto com base em três componentes:

Pontuação *buildability* (BS) do Edifício = BS do Sistema Estrutural + BS de parede Sistema + BS de outros empreendimentos (características de projeto).

Eles são baseados em três princípios: a padronização, a simplificação e a integração em um único elemento que pode ser pré-fabricado, na fábrica ou instalado in loco.

Segundo Motsa, et al (2008) *Edificability* é um termo adotado nos EUA e na Austrália há anos, abrange o sistema de gestão utilizado e é geralmente mais abrangente do que *buildability*.

Para Chan, et al (2006) o '*Buildability*', é um conceito que pesquisadores do Reino Unido, Singapura e Hong Kong costumavam citar como um foco no processo de design. Pesquisadores no Reino Unido, por exemplo, o CIRIA (1983), o estudo para '*Buildability*', era realizado sobre a integração da concepção e construção.

Ainda os autores descrevem que inicialmente, o processo de design foi o foco de atenção, para a qual se propôs um envolvimento precoce de especialização de construção. Posteriormente buscou-se abranger as práticas de gestão e as abordagens de aquisição como colaboradores nos conceitos de *buildability* e *edificabilidade*.

Chan, et al (2006) salientaram que nos EUA, a CII contribuiu para a promoção da construtibilidade ao formular diretrizes para implementação. Da mesma forma, CII Austrália propôs 12 princípios para colocar o conceito de construtibilidade em ação. Após, Singapura realizou a quantificação pela introdução do primeiro sistema de avaliação de *buildability* de projetos, um grande marco para a construtibilidade.

Com as diretrizes de design praticável, após a implementação dos BDAS, para melhorar *buildability*, esta abordagem mais focada permite que profissionais de design produzir produtos finais do projeto que devem facilitar as atividades à jusante.

Ainda segundo os autores, ao longo do prazo, *benchmarking* em *buildability* de projetos diferentes podem ser estabelecidas com a implementação do modelo de avaliação, para que clientes e profissionais de design conseguissem ser capazes de garantir a eficiência de construção mais precisa e objetiva.

Chan, et al (2006) apontam como alguns dos problemas de construtibilidade como sendo a falta de um *briefing* de projeto bem definido, a deficiência dos projetistas com relação à experiência e a conhecimentos práticos da construção, a falta de participação do contratante na fase inicial do projeto, tempo insuficiente, bem como cultura da falta de contratação de projetos para a construção.

Ainda segundo os autores uma das práticas para se atenuar os problemas de construtibilidade está na coordenação efetiva do processo de projeto, tomando como base obras similares já realizadas, treinamentos em local adequado e a formação da interface das disciplinas, tomando como base que todos são críticos. Além disso, o uso combinado de padronização de princípios construtivos, sistematização da contratação de projeto para a construção.

Qualiform (1987); Souza (1988); Bonin (1988); Messeguer (1991); Fiesset al (2004) aput Oliveira et al (2008) a quantidade e a qualidade das informações contidas no projeto influencia a qualidade final do edifício. Pior a qualidade do projeto, maior a probabilidade de problemas que ocorrem durante a construção e as fases de manutenção. Pesquisas nacionais e internacionais mostram que cerca de 40% dos problemas de edifícios foram causadas por imperfeições de projeto.

Oliveira, et al (2008) apontam que a omissão de detalhes ou erros de projeto relativos a materiais, técnicas e ao processo de produção de construção são os grandes responsáveis pelas imperfeições de projeto que geram retrabalho. E estas imperfeições provocam um aumento nos custos da construção e nas necessidades de manutenção ou intervenções.

Melhado (1995), descreve a construtibilidade como o conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequencia de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Santos, et al (2001) acreditam que a criação de projetos para fases específicas da obra, contribuem para a melhor utilização dos recursos pela aplicação dos requisitos de construtibilidade. Isto é, para atingir o máximo de vantagens do processo construtivo faz-se necessário o detalhamento do projeto.

Conforme McGeorge, et al (1992) a equipe designada ao empreendimento deve entender os objetivos do cliente e do empreendimento para benefício da construtibilidade.

Para benefício da construtibilidade as soluções tecnológicas de projeto devem ser compatíveis com as habilidades da equipe e com os recursos disponíveis, (MCGEORGE, et al., 1992).

Com relação aos fatores externos, CII (1987), mesmo não sendo inteiramente controlados pela empresa, estão praticamente sobre sua área de influência e caracterizam o ambiente competitivo.

Oliveira (1994) define o programa de construtibilidade como o melhoramento e a sistematização de aspectos relacionados à construção durante as fases de planejamento, projeto, contratação e construção.

O uso das novas tecnologias aumenta a eficiência da construção e a produtividade na execução das atividades (NIMA, et al., 2001b)

Para que as operações nas obras sejam executadas mais fáceis e eficientes, os métodos construtivos devem ser discutidos e analisados o quanto antes (NIMA, et al., 2001b)

CIRIA (1983) tem como metodologia que os problemas de interface entre diferentes produtos e materiais precisam ser resolvidos na fase de concepção do produto.

A experiência, a habilidade e a composição da equipe do empreendimento devem ser apropriadas para o mesmo CIIA (1993) apud McGeorge, et al (1992). E conforme Nima, et al, (2001b) esses profissionais devem participar do planejamento inicial do projeto, para evitar a interferência negativa entre o projeto e a construção.

CII (1987) considera construtibilidade como todo o envolvimento ativo do conhecimento e da experiência da construção no desenvolvimento do projeto do empreendimento.

Conforme CIRIA (1983) a equipe que participará do desenvolvimento do processo em prol da construtibilidade devem ser identificados nas fases iniciais do projeto.

Para Nima, et al (2001b) os critérios da escolha devem contemplar as habilidades e competências em relação à equipe, à comunicação e a capacidade técnica de avaliar as interfaces entre projeto e construção, estes também devem ser receptivos e adeptos às novas ideias em prol da construtibilidade.

Ribeiro (2005) informa que a estética se faz importante, pois está relacionada à satisfação do cliente e do usuário, por isso ela deve ser verificada pois pode afetar a construtibilidade do empreendimento.

Em consonância com essa afirmativa, Griffith, et al (1995) trás que para o benefício da construtibilidade é necessário a preocupação com relação à qualidade, estética, tempo e custo do projeto.

Quanto ao uso, Ribeiro (2005) afirma que também deve ser observado como um fator que afeta a construtibilidade do empreendimento, também por estar relacionado com a utilização do cliente final.

Para Nima, et al (2001b), como um reforço às práticas de construtibilidade, as ferramentas de tecnologia da informação podem auxiliar e superar eventuais problemas no fluxo de informação e na fragmentação das disciplinas especializadas.

Em Oliveira (1994) entende-se que a simplificação do projetos é uma das principais formas de aumentar a construtibilidade, trazendo economia e eficiência à construção.

Boyce (1989) afirma que é necessário simplificar os projetos, pensando em diminuir efeitos desnecessários na construção.

Amancio (2010) informa que a padronização consiste no uso de elementos que regularmente estão disponíveis para o fornecimento no mercado, beneficiando o cronograma e os custos do empreendimento.

Uma política de padronização dever ser desenvolvida para elementos de projeto e processos construtivos (GRIFFITH, et al., 1995).

Com relação à utilização de técnicas inovadoras, estas podem reduzir a intensidade do trabalho e aumentar a mobilidade, segurança e acessibilidade, reforçando a construtibilidade (NIMA, et al., 2001b).

Nas fases iniciais do projeto deve-se analisar a opção pelos melhores processos construtivos (CIIA, 1993).

Nima, et al (2001b) salienta que devem-se introduzir métodos inovadores na utilização dos equipamentos ou na modificação dos equipamentos disponíveis.

Para a promoção da construtibilidade, Oliveira (1994), afirma que devem-se aumentar os requisitos de comunicação entre a engenharia e a construção afim de reduzir a probabilidade de atrasos e problemas com material.

Lam, et al (2006) escreve que para facilitarem a comunicação e a compreensão no canteiro, as informações sobre o projeto devem ser planejadas e coordenadas para que se adéquem ao processo construtivo.

Conforme vários autores, os projetos devem produzir detalhes simples, compatíveis com os requisitos gerais para a construção a fim de alcançar a eficiência e evitar defeitos. (ADAMS, 1989).

O CII (1987) sugere que na concepção do projeto é preciso facilitar e aumentar a eficiência da construção em condições atmosféricas adversas.

Ribeiro (2005) afirma que devem-se levar em consideração a topografia e a geologia do terreno para a facilidade e o aumento da eficiência na construção.

O CIIA (1993) sugere que a construtibilidade deve ser parte integrante do plano de gerenciamento do empreendimento.

O cronograma de construção deve ser discutido e desenvolvido antes da elaboração dos cronogramas de projetos e de aquisições (NIMA, et al., 2001b).

ASCE (1991-2000) afirma que deve-se realizar o plano de ajuste do empreendimento sempre que necessário.

Boyce (1989) declara que é importante optar por materiais e equipamentos padronizados e de fácil aquisição no local de utilização.

Para ASCE (1991-2000) é necessário desenvolver uma política de gestão do empreendimento.

Adams (1989) as relações contratuais entre os participantes também se constituem como características de construtibilidade.

ASCE (1991-2000) informa que deve-se fazer o gerenciamento do risco do empreendimento, apontando os responsáveis por eles e as formas de solucionar, inclusive a responsabilidade financeira de quem vai controlar o risco.

O método da construção deve incentivar a sequência mais eficaz das operações. (CONSTRUCTION INDUTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION, 1983)

Nima, et al (2001b) confirma que o lay out do canteiro contribui para a eficiência na construção quando o planejamento adequado do lay out das instalações provisórias e permanentes contribui para a eficiência e a produtividade no canteiro.

A construtibilidade pode ser melhorada em futuros empreendimentos similar, se uma análise de pós-construção for realizada pela equipe do empreendimento. (CIIA, 1993)

Nima, et al (2001b) descreve que a avaliação, a documentação e os comentários sobre as questões dos conceitos de construtibilidade devem ser mantidos durante todo o projeto para serem utilizados em projetos posteriores como lições aprendidas.

Seguindo o que descrevem Tan, et al (1995) a construção se estende por vários anos e passa por muitas fases, que são descritas geralmente como a fase de concepção, planejamento, conceituação de projeto, projetos das disciplinas, aquisição, construção, entrega, etc... e que o desempenho de cada fase vai afetar a qualidade do projeto, onde as fases de planejamento e projeto são os mais críticos e por muitas vezes negligenciada.

Para os autores, os problemas com relação a custo, planejamento e desempenho remontam ao problema da qualidade do projeto como projetos incompletos, erros de desenho e falta de construtibilidade. E apesar dos custos de projeto não passarem por 10% do valor do empreendimento, a maioria das discussões da qualidade dos projetos concentram-se em fase de construção e raramente acontecem na fase de projeto.

Para Tan, et al (1995), para o projeto ser adequado à construção a arquitetura deve ser um critério da qualidade e que pode ser avaliada sob quatro dimensões. São elas:

- A. a qualidade da entrada (qualificado para a mão de obra existente, conforme com os requisitos e objetivos do projeto, em conformidade com os códigos e normas e em conformidade das exigências do proprietário);
- B. a qualidade dos processos de projeto (conformidade com relação aos processos e procedimentos, planejamento e custos);

- C. a qualidade da saída dos processos de projetos (integridade e conformidade de normas para desenhos de engenharia, ilustrações, documentação e cálculos de normas e procedimentos);
- D. a qualidade tal como percebidas pelo subsistema de recepção (edificabilidade).

Ainda os autores consideram critérios da qualidade para construtibilidade são:

- A. A mão de obra qualificada para atingir os objetivos, necessidades e missão do projeto. Os fatores que impactam são: a capacidade do coordenador de projetos, a capacidade dos agentes envolvidos no desenvolvimento dos projetos e a capacidade do pessoal de apoio nas obras.
- B. Com relação à conformidade com as normas e os normativos de entrada, os fatores de impacto que devem ser considerados são: a vontade de o proprietário cumprir as regras e normas preestabelecidas.
- C. Conformidade com os requisitos do proprietário. Os fatores são: definição dos requisitos quanto à clareza e razoabilidade das exigências do proprietário.
- D. Conformidade com procedimentos e processo de design, como a integralidade de manuais de projeto de engenharia, orientações e manuais, assim como a eficácia do programa de controle e garantia da qualidade e as aplicações da engenharia e o controle de suas alterações.
- E. Conformidade com os requisitos de planejamento. Os fatores de impacto são o monitoramento e controle de cronograma e desempenho, o número de alterações nos projetos design, a estabilidade da equipe de projetos e o acompanhamento da programação.
- F. Conformidade com os requisitos de custo. Os fatores de impacto são escopo de trabalho bem definidos, razoabilidade das estimativas de custos e determinações do orçamento, alocação de gastos indiretos.
- G. A integralidade e conformidade com os padrões de saída. Dentre os principais fatores, salientam clareza dos desenhos, a consistência do conteúdo, a precisão dos dados, análises e métodos e a facilidade da compreensão.
- H. A edificabilidade, como pontualidade e integralidade dos fornecimentos de equipamentos e suprimentos de materiais. A padronização da construção e seus materiais, a consideração das possíveis variações em ambientes de construção, a coordenação do processo de projeto, da equipe de profissionais projetistas e sua interface com as disciplinas.

Dentre os subfatores, pode-se destacar:

- A. A capacidade do gerente de projeto quanto a habilidade de conduzir e motivar os membros da equipe de projeto; a capacidade de comunicação, coordenação e integração com os membros da equipe e experiência profissional em engenharia.
- B. A capacidade da equipe de projeto quanto ao trabalho em equipe, sua comunicação, coordenação e integração com o outro;
- C. Definição clara dos requisitos do proprietário, assim como informações suficientes de projeto fornecidos pelo proprietário;
- D. Consistências dos canais de comunicação externa com os requisitos dos proprietários;
- E. A eficácia do programa de controle de qualidade e o programa de garantia da qualidade
- F. Monitoramento e controle de cronograma e desempenho, disponibilidade e utilização do acompanhamento de mecanismos tais como o formato da reunião de revisão, relatórios, sistemas de informações gerenciais, gráfico de Gantt, método de caminho críticos e projeto de avaliação e revisão técnica, dentre outros.
- G. Manter a estabilidade dos agentes envolvidos, diminuindo a rotatividade do pessoal que dá apoio ao gerente funcional.
- H. A utilização dos materiais comuns e padronizados, assim como projetos voltados para a experiência da equipe de projetos e a equipe de obra;
- I. Consideração das possíveis variações no ambiente de construção, assim como o canteiro previamente, assim como os dados ambientais e as condições.

Para Saffaro, et al (2004), o conceito de construtibilidade proposto pelo CII (1987) enfatiza a amplitude de contribuição dos agentes envolvidos nas diversas etapas do empreendimento, entretanto não esclarece se as decisões que contemplam aspectos de construtibilidade são restritas à etapa de projeto, ou seja, se a construtibilidade está sempre associada a características físicas do produto definidas no projeto.

Segundo os autores supracitados, o enfoque excessivamente amplo deste conceito dificulta esclarecimentos quanto ao caráter das decisões relativas a construtibilidade. Nesta busca não se observou qualquer questionamento quanto ao conceito estabelecido pelo CII (1987) e nenhum posicionamento claro quanto caráter das decisões relativas à construtibilidade.

Ainda segundo os autores Saffaro, et al (2004) é possível sintetizar os estudos sobre construtibilidade da seguinte forma:

Tabela 3 - Adaptado de (SAFFARO, et al., 2004)

CONCEITOS	AUTORES
Conceitos de construtibilidade restringidas às características físicas do produto contempladas ao projeto.	Eldin (1988); Gambatese e Mc Manus (1999); Dunston e Williamson (1999); Russell e outros (1993); Rodriguez e Heineck (2003).
Ações voltadas a construtibilidade são promovidas na etapa de execução ocorrem decisões que repercutem na facilidade de construir.	O'Connor e Tucker, 1986; Tatum, 1987; King, 1987
Importância de obter informações e antecipar decisões para as etapas iniciais do empreendimento (planejamento e projeto).	Consenso geral dos autores supracitados.

Ainda em busca da aplicabilidade dos conceitos de construtibilidade, os autores salientam quem em trabalhos de Kartam, et al (1997) e Russel, et al (1994) destacam a importância de registrar lições aprendidas em obras passadas com a finalidade de utilizá-las ao longo do processo de projeto, seja na forma de listas de verificação ou de banco de dados, atendendo aos princípios da construtibilidade.

Griffith, et al (1995), definem que construtibilidade refere-se ao emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica em vários níveis para racionalizar a execução dos empreendimentos, enfatizando a inter-relação entre as etapas de projeto e execução”. (RODRIGUEZ, et al., 2003);

Também é possível confirmar que “A construtibilidade no projeto pode ser considerada como a aplicação desse conhecimento e experiência durante o desenvolvimento dos projetos, junto às diretrizes gerais que permitam racionalizar a execução dos empreendimentos”.

O coordenador de projetos é o profissional mais indicado para gerenciar a aplicação do conhecimento técnico e experiência da execução durante o projeto, tanto em nível geral como de detalhamento, sendo essencial a participação dos projetistas e dos responsáveis

pela execução, para assim obter uma efetiva racionalização das soluções técnicas e um melhor desempenho das edificações” (RODRIGUEZ, et al., 2003).

Oliveira (1994) apresenta cinco categorias de fatores que afetam a construtibilidade. São elas:

- A. Simplificação do projeto;
- B. Padronização;
- C. Sequência executiva e interdependência entre atividades;
- D. Acessibilidade e espaços adequados para o trabalho;
- E. Comunicação projetos/obra.

A aplicação de uma otimização disciplinada e sistemática de conhecimentos relacionados a construção durante o planejamento, projeto, aquisição e construção estágios por pessoal experiente, conhecedor construção que fazia parte de uma equipe de projeto, (CIRC, 2001).

O processo de fazer todo o possível tornar fácil a construção e melhorar a qualidade, segurança e produtividade, encurtar programações de construção e de reduzir a rejeição e retrabalho, (KERRIDGE, 1993).

Envolvidos e orientados a construção: entradas para o planejamento, design e operações de campo de um projeto de construção, (CASSAROTTO, 1999).

Construtibilidade é a aplicação de uma otimização disciplinada e sistemática das fases de aquisição, construção, teste e *start-up* por pessoal experiente, conhecedor construção que fazem parte de uma equipe de projeto, segundo (RUSSEL, et al., 1994); e que construtibilidade foi frequentemente retratada como integrar ao conhecimento de construção, recursos, tecnologia e experiência em engenharia e design de um projeto. (ANDERSON, et al., 2000).

E outras que traduzem, que construtibilidade de um design se refere a facilidade com que as matérias-primas do processo de construção (trabalho, equipamentos de produção e ferramentas, materiais e equipamentos instalados) pode ser trazidos juntos por um construtor para concluir o projeto de uma forma antecipada e econômica (ANDERSON, et al., 2000);

Para o autor, construtibilidade é a capacidade de otimizar a utilização de conhecimento de construção e experiência em planejamento, planejamento conceitual, design, engenharia, interface das disciplinas, detalhes de engenharia, contratos e operações no canteiro nas fases operacionais para alcançar os objetivos gerais do projeto.

A integração do conhecimento de construção no processo de entrega do projeto e o balanceamento do projeto em diferentes condicionantes ambientais para alcançar os objetivos do projeto e construção de desempenho a um nível ótimo, (CIIA, 1993).

Farroqui, et al (2008) salientam que o gerenciamento do processo de projeto dentro dos parâmetros da construtibilidade é mais uma questão de gestão de risco. Funções apropriadas têm que ser observadas pelo gerente de projeto e o compromisso dos projetistas devem ser desde a concepção do empreendimento. Além disso, é papel do coordenador o desenvolvimento de incentivos adequados a fim de compartilhar os riscos inerentes ao processo.

Amancio (2010) sintetiza em seu trabalho os fatores que exercem interferências de construtibilidade no âmbito da construção civil, seu significado e os autores que os defendem. São eles:

- Objetivos corporativos;
- Recursos disponíveis;
- Fatores externos;
- Programa;
- Metodologia de construção;
- Habilidades da equipe;
- Conhecimento de construção;
- Sustentabilidade;
- Participação do construtor no projeto;
- Equipe de construtibilidade;
- Estética;
- Adequação ao uso;
- Uso de tecnologia de informação (TI) durante o empreendimento;
- Projetos simplificados;
- Padronização;

- Pré-fabricados;
- Pré-moldados;
- Modularização;
- Inovações construtivas;
- Ótimas técnicas e processos construtivos;
- Projeto adaptado à construção;
- Comunicação efetiva da engenharia;
- Especificações;
- Condições climáticas adversas;
- Topografia e geologia do terreno;
- Integração;
- Planejamento da construção;
- Plano de ajuste;
- Disponibilidade e aquisição de equipamentos e materiais;
- Gerenciamento do empreendimento;
- Estratégias contratuais, sistema de entrega do empreendimento;
- Gerenciamento de risco;
- Pacote de construção;
- Sequenciamento das atividades;
- Plano de trabalho;
- Acesso ao canteiro;
- Lay out do canteiro;
- Lay out das estruturas;
- Gerenciamento da construção;
- Gerenciamento da qualidade;
- Gerenciamento de materiais e equipamentos;
- Segurança no canteiro;
- Segurança do trabalho;
- Facilidade de operações (operacionalidade);
- Facilidade de manutenção (manutenibilidade);
- Melhorias em serviços subcontratados;

- Facilidade de acesso para trabalhadores, materiais e instalações dentro do canteiro (acessibilidade);
- Retroalimentação (*feed back*).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 - INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como propósito situar a pesquisa com relação à metodologia científica aplicada, empregando o método do estudo de caso.

3.2 - ESTUDO DE CASO - CONCEITOS E JUSTIFICATIVA

Dentro dos conceitos de metodologia científica, esta pesquisa tem como abordagem metodológica a compreensão do universo em estudo por meio de estudo de caso, de descrever questões reais ocorridas dentro do objeto de estudo afim de entender a dinâmica do processo e sua compreensão dentro da organização.

Coutinho (2002) descreve que quase tudo pode ser um “caso”: um indivíduo, um personagem, um pequeno grupo, uma organização, uma comunidade ou mesmo uma nação.

“É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenômeno de interesse” (PONTE, 2006)

Conforme descrevem Silva, et al (2001) a classificação mais adequada do ponto de vista de sua natureza, a que se refere este estudo, é a da pesquisa aplicada, que tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (verdades e interesses locais).

Com relação a forma de abordagem do problema, ainda em referência ao que Silva, et al (2001) conceituam, pode-se dizer que esta pesquisa é qualitativa, qual seja, o estudo considera uma dinâmica entre o real e o sujeito, sem requerer métodos e técnicas estatísticas. Todas as informações são retiradas do ambiente natural que é a própria fonte direta para coleta de dados. Neste caso, o pesquisador é o instrumento-chave e o processo e seu significado são os focos da abordagem principal.

A pesquisa é exploratória, Silva, et al (2001) pois compreende a familiaridade com o problema em vistas de torná-lo explícito ou a construir hipóteses.

Do ponto de vista de procedimentos técnicos, caracteriza-se por estudo de caso, pois envolve o estudo profundo e exaustivo de poucos objetos de estudo de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Embasados no que Bembasat, et al (1987) consideram que um estudo de caso deve possuir as seguintes características, pode-se afirmar que esta pesquisa compreende:

- A. Observação direta no ambiente natural;
- B. Dados recolhidos por observações diretas e indiretas, reuniões, rotinas dos envolvidos e acompanhamento do desenvolvimento das obras;
- C. Análise da empresa, das obras, do processo de projeto, da interface projeto x obra;

(COUTINHO, et al., 2002) fazem referência a cinco características básicas de um estudo de caso, que são:

- A. É "um sistema limitado", e tem fronteiras "em termos de tempo, eventos ou processos e que "nem sempre são claras e precisas" (COUTINHO, et al., 2002).
- B. É um caso sobre "algo", que necessita ser identificado para conferir foco e direção à investigação;
- C. É preciso preservar o caráter "único, específico, diferente, complexo do caso" (COUTINHO, et al., 2002);
- D. A investigação decorre em ambiente natural;
- E. O investigador recorre a fontes múltiplas de dados e a métodos de recolhimento diversificados como observações diretas e indiretas, entrevistas, questionários, narrativas, registros de áudio e vídeo, diários, cartas, documentos, entre outros.

3.3 - ETAPAS E MÉTODO DA PESQUISA

Este trabalho consiste na análise de questões de construtibilidade sob a ótica do processo projeto. No trabalho, há dois papéis exercidos por uma mesma pessoa. A autora do trabalho faz a análise considerando um estudo de caso e é também a gerente do processo projeto que promove as atividades de coordenação dos projetos, o

acompanhamento das obras e é a responsável por fomentar, introduzir e verificar as melhorias das práticas de construtibilidade adotadas e utilizadas pela construtora.

Se por um lado isso facilita a atividade de observação e coleta de dados, exige um cuidado maior para que o pesquisador se afaste das rotinas de produção e seja capaz de fazer análises desde uma perspectiva científica a uma acadêmica.

As análises são realizadas com base no referencial teórico obtidas pela literatura existente, na experiência da autora e na expertise da empresa construtora.

Os procedimentos metodológicos adotados, em síntese, percorreram o seguinte fluxo:



Figura 7 - Fluxograma procedimentos metodológicos

3.3.1 - Etapa 01 - Fundamentação teórica:

A fundamentação teórica foi possível através da pesquisa/revisão bibliográfica da literatura no que diz respeito a aspectos conceituais sobre metodologia científica para estudo de caso, gerenciamento de projetos, gestão de empreendimentos de construção civil, engenharia simultânea e principalmente construtibilidade.

3.3.2 - Etapa 02 - Diagnóstico do processo projeto x obra:

Nesta etapa, promoveu-se:

- A. a seleção da empresa estudada;
- B. a definição das obras objeto do estudo de caso;
- C. o planejamento do estudo de caso (definição da forma e instrumentos de observação, coleta e sistematização dos dados;

D. a pesquisa documental e de registros, a observação do processo de projeto e seus fluxos, observação direta nos canteiros da construtora, acompanhamento de reuniões e planejamento do processo projeto x obra.

3.3.3 - Etapa 03 - Diagnóstico do gerenciamento do processo projeto para construtibilidade:

Através desta análise foi possível identificar as questões de construtibilidade já introduzidas e implementadas na empresa, as restrições, particularidades e análises críticas do processo projeto e dos dados apontados, não aplicados somente em uma obra específica, mas incorporados às rotinas técnicas e gerenciais da empresa.

3.3.4 - Etapa 04 - Análise fatores dificultadores (problemas) da construtibilidade nas obras:

Escolha e acompanhamento dos fatores que prejudicaram a construtibilidade em duas obras da empresa e a proposição de melhorias e alternativas de um novo modelo na tentativa de garantir as não conformidades apontadas.

3.3.5 - Etapa 05 - Análise diretrizes:

Análise geral das diretrizes para melhoria da construtibilidade associadas ao projeto x obra e o comparativo com a literatura existente frente aos atendimentos dos fatores que contribuem para a melhoria da construtibilidade.

3.4 – DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo de caso caracteriza uma única empresa específica e analisa problemas de construtibilidade em duas de suas obras. Os resultados da análise apontam para o fato de que as duas obras refletem a realizada da empresa estudada, mas não é possível afirmar que os resultados sejam generalizáveis à realidade de outras empresas.

No entanto, a confrontação com os dados da literatura permite levantar a hipótese de que as dificuldades e possíveis estratégias para melhoria da construtibilidade sejam aplicáveis à realidade de outras empresas de médio e pequeno porte. Para garantir a aplicabilidade das hipóteses levantadas por este estudo, as possíveis estratégias devem ser validadas em pesquisa futura.

3.5 – FONTES DE EVIDÊNCIAS:

Como fontes de evidências da pesquisa. Foram analisados para o diagnóstico da construtora no planejamento da elaboração do projeto a seguinte forma e documentos:

O planejamento do projeto inicia-se no Estudo de Viabilidade do empreendimento, quando se torna necessário integrar o projeto arquitetônico com os projetos e processos complementares. Nesta fase e em fases posteriores, a construtora define as responsabilidades e autoridades envolvidas nos projetos, de acordo com as suas especialidades técnicas.

A análise crítica de projeto e desenvolvimento, verificação e validação têm propósitos distintos e é feita através de reuniões entre a Diretoria, Gerência, Engenharia e Fornecedores Especialistas. Os registros deste planejamento estão contidos nas Atas FO 32, e nos formulários: FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas, Memorial Descritivo, Extranet Projetos, E-mails.

Estas atividades podem ser conduzidas e registradas separadamente nas Atas FO-32, nos formulários FO-28, FO-43, FO-61 Acompanhamento de Projetos ou em qualquer combinação adequada para o produto e a organização (Autodoc Projetos, e-mails).

Para as entradas de projeto, foram verificados que:

As entradas são analisadas criticamente quanto à sua suficiência. Requisitos são completos, sem ambigüidades e não conflitantes entre si.

A construtora coordena o processo de desenvolvimento de todos os projetos relativos à obra, promovendo sua integração, assim como, analisa as etapas de cada um deles. Para isso o responsável pelo processo determina como dados de entrada de projeto:

- Os requisitos funcionais e de desempenho baseados em projetos similares próprios ou de outras empresas;
- Os requisitos legais exigidos;
- Quaisquer outros requisitos que venham a constar nos contratos de venda das unidades.

São mantidos registros de atendimento destas condições em Atas FO 32, nos formulários FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas e Memorial Descritivo FO 47 – Parâmetros de Projeto, em desenhos de projetos em forma de estudos (anotações nos projetos e, ou data e assinatura do Gerente de Projetos e, ou responsável designado pela gerência), através de e-mails aos projetistas e envolvidos, e, ou página da Extranet de projeto e em documentos obtidos como: Informações Básicas, Contrato de Compra e Venda dos terrenos, Registros de Imóveis, etc.

Para a saída de projeto, a construtora em estudo verifica que:

As saídas de projeto e o desenvolvimento são apresentados em uma forma adequada para a verificação em relação às entradas de projeto e desenvolvimento e são aprovadas antes de serem liberadas.

São caracterizados como saídas de projeto documentos tais como, memoriais de cálculo, especificações técnicas, desenhos e outras informações que assegurem que:

- os requisitos de entrada são atendidos;
- as especificações de materiais e serviços são apropriadas para a sua aquisição;
- os projetos, como um todo, atendem aos requisitos do produto final quanto ao seu uso seguro e apropriado.

São mantidos registros de atendimento destas condições em Atas FO 32, nos formulários FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas e Memorial Descritivo FO 47 – Parâmetros de Projeto, nos projetos aprovados pelos órgão Competentes, ARTs, através arquivos em DWG ou PDF dos projetos e, na Extranet de projetos e, ou em meio físico.

Para a análise crítica, a construtora tem a seguinte rotina que é feita concomitantemente com exame dos dados de entrada acima mencionados e na medida das necessidades de modo a garantir:

- A coerência dos dados nas interfaces dos diversos projetos, pois os dados de saída de um dado projeto são, frequentemente, dados de entrada para o projeto subsequente;
- Que os projetos como um todo, atendam os requisitos finais do empreendimento;
- Que sejam identificados e resolvidos os problemas surgidos.

São mantidos registros de atendimento destas condições em Atas FO 32, nos formulários FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas e Memorial Descritivo FO 47 – Parâmetros de Projeto, e, ou em desenhos de projetos em forma de estudos (anotações nos projetos e,ou data e assinatura do Gerente de Projetos), através de e-mails aos projetistas e envolvidos, e, ou Extranet projetos (Aprovado ou liberado para a obra) e, ou antes da entrada de aprovação dos projetos pelos órgãos Competentes.

A verificação de projeto é feita, passo a passo e de forma integrada, com a identificação dos dados de entrada (item 7.3.2) e da análise crítica do projeto (item 7.3.4) e visa, essencialmente, constatar se foi feita uma verificação exaustiva dos dados de entrada com os de saída. No caso de projetos contratados pela empresa, a verificação consiste, ainda, em constatar se todas as recomendações solicitadas pela VESPER, constam nos projetos recebidos. São mantidos registros dos resultados da verificação realizada.

São mantidos registros de atendimento destas condições em Atas FO 32, nos formulários FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas e Memorial Descritivo FO 47 – Parâmetros de Projeto, e ou em desenhos de projetos em forma de estudos (anotações nos projetos e,ou data e assinatura do Gerente de Projetos), através de e-mails aos projetistas e envolvidos, ou através do Extranet projetos e, ou antes da entrada de aprovação dos projetos pelos órgãos Competentes.

A validação de projeto verificada pela empresa tem por objetivo demonstrar que o produto final alcançará o desempenho para o uso pretendido. Ela é realizada tanto para a obra como um todo como para suas partes, onde for praticável. Os resultados da análise crítica como descrita em 7.3.4, em si, validam grande parte projeto do empreendimento, posteriormente complementados pela sua aprovação pela municipalidade, pela coleta e

análise de dados de possíveis usuários, como também, pela construção de unidade modelo ou tipo e realização de estudos simulados por computador, dentre outros métodos.

Os resultados da validação e as ações de acompanhamento subsequentes são objetos de registro que foram analisados em prol da construtibilidade através de Atas FO 32, nos formulários FO 28 - Acompanhamento de Incorporação e Lançamento de Empreendimentos, FO 43 – Viabilidade, Especificações Técnicas e Memorial Descritivo FO 47 – Parâmetros de Projeto, e, ou em desenhos de projetos em forma de estudos (anotações nos projetos e,ou data e assinatura do Gerente de Projetos), e, ou através de e-mails aos projetistas e envolvidos, e, ou antes da entrada de aprovação dos projetos pelos órgão Competentes, e, ou nos projetos aprovados pelos órgão Competentes, ART's, e, ou através arquivos em DWG ou PDF dos projetos ou através da Extranet de projetos e, ou em meio físico. Nas assinaturas de contratos de compra e venda de unidade autônoma entre cliente final e construtora, e, ou nos modelos/decorados construídos pela empresa, e, ou na obra executada e pronta, e, ou na assistência Técnica, e, ou na pesquisa de satisfação da construtora, e, ou na perpetuação da empresa construtora no mercado.

Observou-se que a construtora tem estabelecido uma sistemática para controlar o recebimento, a distribuição e a atualização das alterações dos projetos, somente após terem sido aprovados, tanto interna (fundações, estrutura, ar condicionado, elevadores, dentre outros) como externamente pelas autoridades competentes (arquitetura, combate a incêndio, entradas de água, energia elétrica, gás, dentre outros). Enquanto não são aprovados, eles são considerados como anteprojetos, podendo ser manipulados de acordo com as práticas já vigentes na construtora. Entende-se aqui, ainda, como objeto de controle de projeto os memoriais de cálculo, descritivos ou justificativos, especificações técnicas e outros documentos que acompanham o projeto e que sejam essenciais para o seu entendimento.

O recebimento, a distribuição e alterações de projetos são mantidos sob controle, e executados conforme descrito a seguir:

O recebimento é controlado mediante a abertura/cadastramento/publicação na Extranet projetos e, ou em um formulário de controle para cada tipo de projeto (FO-46 Planilha

de Controle de Projetos – para projetos não constantes no Autodoc Projetos). A publicação dos projetos via extranet é de responsabilidade do projetista e a aprovação destes, sob responsabilidade da Gerência de Projetos. Os projetos de obras em execução são publicados no Autodoc Projetos e podem ser visualizados/baixados pelos usuários previamente autorizados. A solicitação de cópias físicas é realizada via Autodoc Projetos pelos usuários autorizados, sendo de responsabilidade da Gerência de Projetos a aprovação/reprovação das plotagens. A copiadora responsável pela plotagem de arquivos é definida pela Gerência de Projetos e possui acesso direto aos projetos solicitados. Eventualmente por dificuldades no acesso à extranet, os projetos, podem ser enviados para o e-mail da Gerencia de Projetos e assim que possível, incluídos no Extranet.

Todos os projetos encontram - se em meio físico nas obras e/ou setor de projetos constam na Planilha de Controle de Projetos FO-46.

Quando ocorrerem, apenas as revisões atualizadas são mantidas no sistema, ficando as cópias obsoletas automaticamente na extranet disponibilizadas em pasta específica (item Obsoleto). Mas estas também podem em qualquer tempo serem descartadas conforme planilha de controle de documentos e, ou excluídos do sistema de qualidade.

Quando do projeto aprovado e mesmo assim este necessite de alterações, são mantidos registros da análise crítica das alterações efetuadas e de quaisquer ações necessárias através do FO 27 – Registro de Alteração de Projetos, por e-mails trocados com projetistas/clientes e,ou markups/interação realizados na extranet.

Para as alterações oriundas de clientes após a aquisição da unidade autônoma, a construtora parte do princípio que não aceitará nenhuma alteração no projeto tipo. Toda e qualquer modificação deverá ser realizada após a entrega da obra, incluindo as áreas coletivas. Para exceções, será necessário registro através de Ata FO 32 aos responsáveis técnicos das obras, e-mails, registrados no FO – 27 - Registro de Alteração de Projetos e, ou documento que formalize a solicitação do cliente.

Para as obras foram verificados e analisados os seguintes documentos e registros:

Nome do Registro	Conteúdo analisado	Identificação Registro
Diretrizes para Estudo	Diretrizes de estudo de legislação urbanística, com estudo de massa.	Obra CVC e Obra CGP – FO 26.
Análise documental	Do terreno, certidões negativas, análise financeira do vendedor, análise da informação básica do terreno e verificação de pagamento dos impostos relacionados ao terreno	Arquivo - Pasta suspensa. Documentos originais obras CVC e CGP.
Mapa Terreno	Estudo de melhor implantação do terreno com relação à rua de acesso ao empreendimento	Anteprojeto – estudo de massa obras CVC e CGP. Extranet e caixa box das obras.
Mapa Acesso	Acesso viário, localização comércio, equipamentos urbanos, e espaços públicos, atrativos da região, impacto.	Imagens com estudos CVC e CGP. Extranet e caixa box das obras.
Tipologia Pavimento Tipo	Melhor tipologia das unidades e do pavimento tipo.	Projeto tipo 2 para a obra CVC e projeto tipo 3 para a obra CGP.
Levantamento Topográfico	Levantamento real do terreno. Verificação real x cp.	Extranet da obra CVC e CGP.
Sondagem preliminar	Viabilidade e análise inicial das condições do terreno para fundação e utilização ao máximo da taxa de ocupação do terreno	Relatório de sondagem na Extranet da obra CVC e CGP.
Estudo implantação	Melhor estudo de implantação prevendo menor custo de arrimos e contenções. Melhor acessibilidade para PNEs, locação de vagas de garagem, circulação e a utilização total do coeficiente de aproveitamento. Análise de percentual de permeabilidade e condições de conforto ambiental	Projeto Preliminar – estudo de massa obras CVC e CGP. Extranet e caixa box das obras.
Lazer	Análise de áreas e espaços destinados ao lazer.	Projeto Preliminar – estudo de massa obras CVC e CGP. Extranet e caixa box das obras.

Registros	Documentação formal do terreno em nome da construtora.	Arquivo - Pasta suspensa. Documentos originais obras CVC e CGP.
Propostas	Envio de solicitação de propostas para o arquitetônico e as demais disciplinas	E-mails, FO-45 formulário de propostas. Após aceite, proposta escaneada na extranet das obras CVC e CGP.
Cronograma de projetos	Formalização dos prazos de projetos	Extranet obras CVC e CGP.
Incorporação	Documentação para a incorporação. Memorial descritivo, convenção de condomínio.	Arquivo - Pasta suspensa. Documentos originais obras CVC e CGP. Para consulta, extranet das obras.
Imagens	Anteprojetos para confecção das imagens da incorporação e venda. Validação e aprovação dos encartes comerciais.	Extranet, folders, documentos diversos da área comercial.
Extranet	Abertura extranet para os projetistas contratados. Alguns arquivos liberados para a obra.	Programa contratado e mantido pela empresa.
Registros SGQ	Liberação dos documentos, registros, procedimentos de execução dos serviços, serviço crítico controlado, equipamentos, segurança e saúde, meio ambiente, projeto de canteiro, PCMAT, PCMSO.	Extranet qualidade.
Reuniões de coordenação	Registros extranets e atas para as entradas dos projetos contendo briefing, estudo preliminar e anteprojetos, check lists saídas de análises críticas e reuniões com a equipe de obras. Análise memorando. Estratégias construtivas	FO 32 – extranet.
Validações	Alvará de início de obra, licença de terraplenagem, análise decorado e protótipo na escala 1x1. Incorporação registrada. Vendas no pré-lançamento. Saídas de projetos, revisões de pranchas, uso do	FO 32 – extranet.

	projeto do canteiro e sua conformidade com o andamento da obra, visitas técnicas a obra, acompanhamento nas tomadas de decisões compreendidas no diário de obra da extranet do empreendimento.	
Execução da obra	Acompanhamento cronograma físico financeiro. Solicitação de projetos complementares de urbanização, detalhamento e decoração dos espaços de uso comum. As built das modificações, vistorias para entrega das unidades, documentação dos elevadores, laudo de estaquiedade de GLP, plantio de árvores, verificação de passeio.	Documentos de obra, Diário de obras, documentos da qualidade. Extranet qualidade.
Entrega da obra	Cheque lists de entrega de unidades, limpeza fina, desmobilização, finalização de infraestrutura e paisagismos, solicitação de vistoria para baixa e habite-se pela prefeitura. Desmembramento de fração ideal, manual do proprietário.	Documentos de obra, documentos da qualidade. Extranet qualidade.
Reunião de final de obra e início de assistência técnica	Atas de reunião. Entrega do condomínio. Análise solicitação de assistência técnica.	FO 32 – Extranet das obras CVC e CGP.
Pós venda	Indicadores, verificação de problemas e análise de condições de execução de obra e projetos (reuniões de diretoria).	Documentos da qualidade.

Tabela 4 – Documentos analisados

4. ESTUDO DE CASO

4.1 - INTRODUÇÃO

O presente capítulo é composto por três partes. Na primeira, faz-se uma caracterização da empresa pesquisada, de forma a se entender o contexto onde são estudados os aspectos de construtibilidade.

Partindo para uma análise mais específica, faz-se na sequência uma caracterização do processo de projeto na empresa.

Uma vez caracterizada a empresa e seu processo de projeto, o capítulo apresenta os resultados da pesquisa, que são subdivididos em duas partes.

Como parte do estudo de caso, faz-se em um primeiro momento uma análise de medidas de construtibilidade incorporadas pela empresa e, de certa forma, assumidas em seu processo de projeto, ou seja, independente de um empreendimento específico.

Em um segundo momento, o estudo de caso, adquire uma vertente mais específica, de estudo de problemas de construtibilidade em obras selecionadas.

A partir dos dados levantados, são feitas análises sobre a origem dos problemas de construtibilidade identificados, tentando fazer uma correlação com o referencial teórico pesquisado.

4.2 - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

4.2.1 Aspectos gerais da empresa estudada

A construtora X foi fundada há quase trinta anos. Situada em Belo Horizonte, é considerada de médio porte para os padrões locais. Tem uma receita de mais de 45 milhões de reais por ano, já produziu mais de dois mil unidades residenciais em empreendimentos multifamiliares. A empresa é conhecida no mercado pelo seu domínio da construção em alvenaria estrutural.

A construtora é certificada na ISO 9001 e Nível A do SiAC do PBQP-h desde 2005. Nos anos nos quais se desenvolveram as obras estudadas, passou por um ciclo de recertificação e dois ciclos de manutenção de seus certificados.

Focada nas classes B e C, tem cerca de quinhentos colaboradores, entre funcionários, subempreiteiros e terceirizados. Em abril de 2012 tinha sete obras em andamento, totalizando dezessete edifícios, com 695 apartamentos. Em fase de anteprojeto a empresa X estava desenvolvendo aproximadamente 1744 unidades residenciais e um empreendimento comercial. Na fase de concepção para parcelamento do solo, a construtora encontrava-se em licenciamento ambiental de dois terrenos de mais de 65 mil metros quadrados. Em fase de análise de viabilidade para aquisição consideravam-se duas glebas, também não parceladas, que somadas, aproximam-se de 200 mil metros quadrados e também considerava a aquisição de outros dez terrenos em Belo Horizonte e na região metropolitana.

A empresa conta com um grupo de projetistas com os quais realiza parcerias. A maior parte deles trabalha com a construtora há mais de dez anos, o que possibilitou a concretização, ao longo do tempo, de relações de trabalho em um clima de confiança e cooperação.

Com a grande demanda do mercado, ou falhas no planejamento da construtora em estudo, percebe-se que em algumas análises do processo projeto essas etapas acabam acontecendo concomitantemente, conforme representado esquematicamente abaixo:

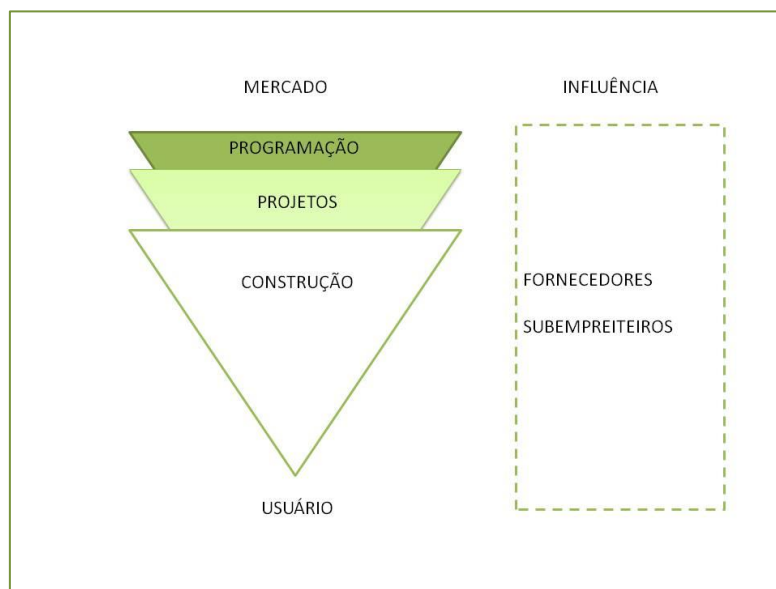


Figura 8 - Processo tradicional observado na empresa estudada na maioria dos projetos em desenvolvimento. Adaptado de (FABRÍCIO, 2002)

O processo tradicional explicitado no Capítulo 02 – Figura 2 mostra que a relação de programação, projetos e construção é mais espaçada. Na construtora em estudo,

conforme modelo desenvolvido por essa pesquisa através do diagnóstico inicial, fica claro que há uma necessidade de se promover quase uma “engenharia simultânea forçada”. O que contraria muito as diretrizes em prol da construtibilidade.

A construtora mantém um departamento de projetos, onde há um profissional que coordena suas atividades. Uma questão negativa, que impacta na gestão do processo de projeto, e que interfere diretamente na estratégia de construtibilidade, é o fato de que este profissional exerce outras funções, além da coordenação de projetos, o que o mantém constantemente sobrecarregado. A título de exemplo, é também o responsável pelo gerenciamento do sistema de gestão da qualidade.

A coordenação de projetos trabalha com o software MS Project para acompanhamento e ações de coordenação de obras, demais documentos implementados pelos SGQ da construtora, e ainda conta com sistemas de TI próprio para o acompanhamento das ações do próprio SGQ e também do gerenciamento e armazenamento dos projetos.

Em geral os projetos compreendem as seguintes disciplinas e seus códigos por empreendimento conforme descrito abaixo:

EMPREENDIMENTO CCC:	
SIGLA:	DISCIPLINA:
APS	PAISAGISMO
ARQ	ARQUITETURA
CEM	INSTALAÇÕES CEMIG
EMPREENDIMENTO CCC:	
COM	COMPATIBILIZAÇÃO
CON	CONTENÇÕES
ELE	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ELV	ELEVADORES
EPR	SISTEMA DE PROTEÇÃO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
ETE	INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS
FAC	DETALHAMENTO FACHADAS
GRA	DETALHAMENTO GRADIL
DET	DETALHAMENTOS
FOR	FORMAS

ESC	ESCORAS
GLP	GÁS
HID	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
MAR	MUROS DE ARRIMO
NBC	INCORPORÇÃO E CONVENÇÃO
ORÇ	ORÇAMENTO
PCI	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO
PCO	CANTEIRO DE OBRAS
PIS	PISCINA E SPAS
SFN	FUNDAÇÃO PROFUNDA
STD	ESTANDE DE VENDAS
STR	ESTRUTURAL
TLV	PLANIALTIMÉTRICO
TPL	TERRAPLENAGEM
TSD	SONDAGEM

Tabela 5 - Fonte: extranet empresa estudada

Conforme o macro fluxo do processo projeto, a construtora tem como procedimento, antes da aprovação junto à prefeitura do projeto arquitetônico, a análise da interface principalmente com as disciplinas: projeto de racionalização das alvenarias, projetos de instalações e projeto estrutural, projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico e fundações.

Esse procedimento auxilia na simplificação dos detalhes e do quantitativo de número de pranchas de desenho para a execução.

Há também nesta fase um envolvimento do construtor, mão de obra e empreiteiros com a equipe de projetos. O projeto aprovado implica na validação destas interfaces.

Nos canteiros de obras, a execução para implantação e locação dos blocos dos empreendimentos é realizada através do projeto estrutural, assim como as formas e armações dos pilotis e das lajes.

A execução dos pavimentos é realizada com base nos projetos de racionalização das alvenarias, que contemplam o número de fiadas, quantitativos e especificação dos blocos por paredes e as instalações elétricas, telefônicas, TV e SPDA.

Uma representação esquemática de como os projetos são utilizados nas obras é indicada nas figuras 9 e 10.

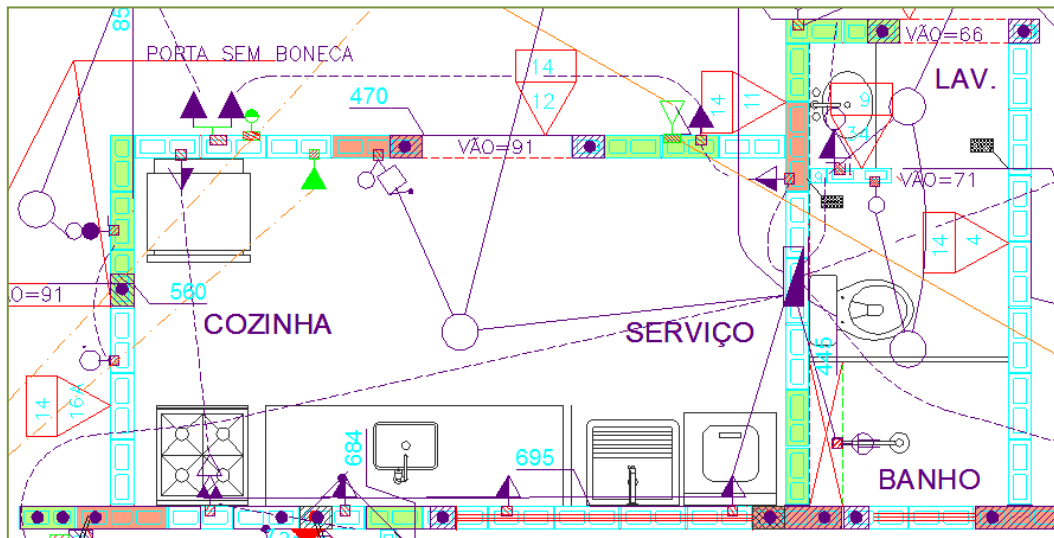


Figura 9 - Planta do Projeto de Racionalização das Alvenarias. Fonte: projeto da empresa estudada

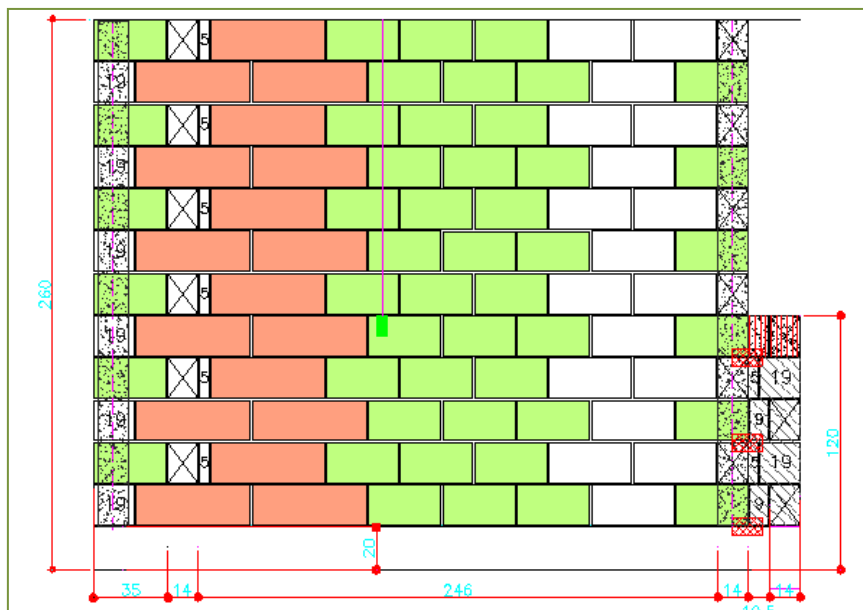


Figura 10 - Elevação de uma parede do Projeto de Racionalização das Alvenarias

O projeto de alvenaria racionalizada é distribuído nos canteiros das obras em 4 vias (uma via para a engenharia, outro para o mestre de obras, um para o encarregado de instalações e a outra cópia para o encarregado de alvenaria). Para auxílio na sequência prática das operações de construção, esse projeto é plotado em formato A3, colorido e encadernado para facilitar a visualização, compreensão e manuseio da mão de obra em campo.

A construtora X, por ser referência em obras com tipologia construtiva de alvenaria estrutural autoportante, edifica um elevado número de pavimentos por torre, se comparado a práticas do mercado regional.

A maioria de seus edifícios em execução contempla mais de 10 pavimentos nesta tipologia construtiva. Por isso se faz necessário um acompanhamento mais rigoroso do controle tecnológico de seus blocos de concreto e dos outros materiais utilizados na superestrutura. Os registros dos controles tecnológicos executados pela empresa excedem a norma no que diz respeito ao número mínimo de rompimento dos blocos e corpos de prova enviados para os laboratórios que realizam os testes.

Em quase todos os projetos, os primeiros pavimentos compreendem blocos de concreto com resistências superiores a fbk de 12,00 MPa.

Aliada à preocupação com os concretos usinados bombeados ou não, fornecidos por concreteiras, a construtora X, além de seguir o que preconizam as normas brasileiras pertinentes no que tange a testes laboratoriais de rompimento a compressão de seus blocos, prisma oco e vazio, rompimento dos corpos de prova das amostras de concreto, também conta com um consultor especializado. Esse profissional mantém assistência permanente às obras, para o controle e acompanhamento da execução, e controle de resultados dos laudos laboratoriais para blocos de concreto, concreto usinado, micro concreto (graute) e argamassa produzidos por betoneira estacionária em campo.

4.2.2 A empresa no contexto do mercado

Assim como na construtora em análise, um grupo significativo de construtoras brasileiras adotaram os programas de gestão e/ou garantia da qualidade, baseados na norma ISO 9001. A introdução de modelos gerenciais por parte das construtoras, que consideram a qualidade como uma perspectiva estratégica, é fruto de uma série de fatores que caracterizavam a conjuntura de mercado da construção civil brasileira, em especial o subsetor dedicado às edificações.

A necessidade de gerenciamento de seus processos e o incentivo governamental levou à busca pelas certificações. E os programas de gestão até o momento baseiam-se nas normas ISO 9001:2008 e SiAC do PBQP-h 2012.

Gestão não é administração. E essa percepção ficou clara para as empresas construtoras no início do século XXI, quando demandas de mercado passaram a exigir por parte das empresas um aprimoramento de seus sistemas de gestão do processo de concepção e execução de seus empreendimentos.

Até 2006 alguns fatores de mercado, tais como falta de liquidez e crédito, falta de recursos para financiamento e a forte dependência dos agentes financeiros, dificultaram o desenvolvimento do setor. Atualmente houve um aumento considerável no número de financiamentos habitacionais disponíveis, razão parca para o “boom” imobiliário experimentado recentemente pelo mercado.

A figura abaixo é um comparativo entre o PIB Brasileiro com o PIB da Construção Civil, e ilustra o expressivo crescimento do PIB da construção civil quando comparado com o conjunto de atividades econômicas do país:

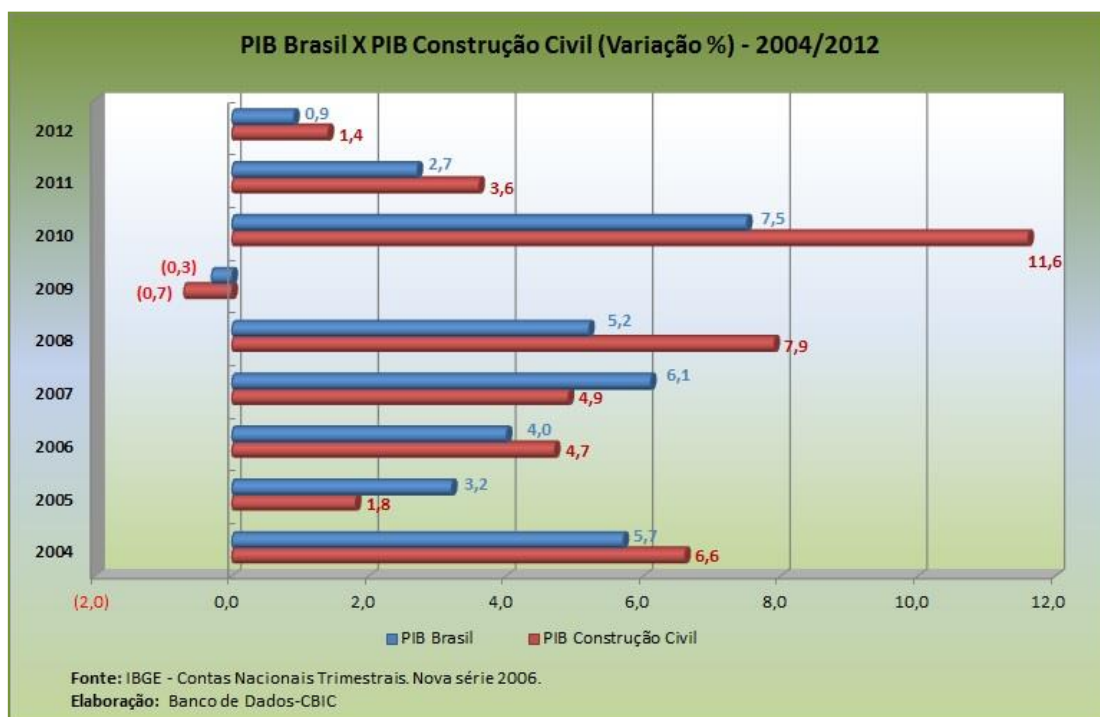


Figura 11 - Variação PIB Brasil x PIB Construção Civil - Dados CBIC

Nesse contexto, a figura 12 mostra a composição da cadeia da produção da construção, destacando a expressiva parcela de atividades representada pelas atividades diretas de construção.

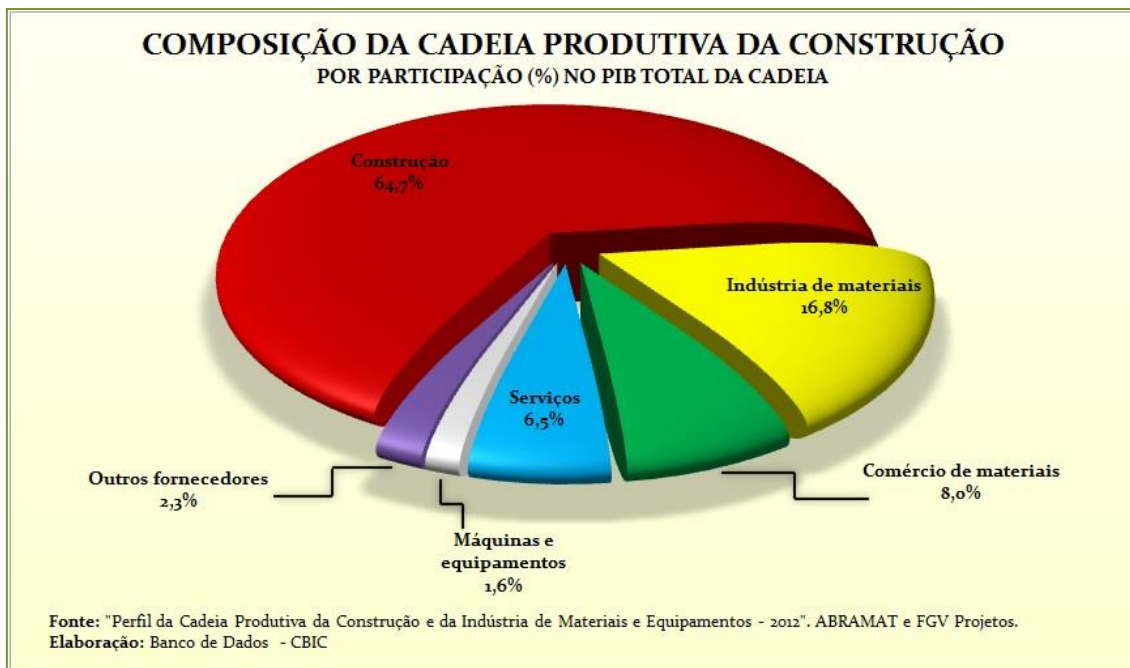


Figura 12 - Composição da Cadeia Produtiva da Construção - Dados CBIC

Diante da nova realidade do setor brasileiro como um todo, percebido da mesma forma na região metropolitana de Belo Horizonte e especificamente também pela construtora em estudo, a lucratividade ficou condicionada pela redução de custos e oportunidades do mercado, o que levou a necessidade das gestões eficazes e de um novo modelo no processo de projeto.

Em contrapartida, com a falta de um planejamento mais eficiente, a empresa teve muitas dificuldades em respeitar os prazos para a execução dos projetos em função da velocidade de venda das unidades neste período.

O mercado imobiliário passou por uma pressão para a redução dos prazos de novos lançamentos, fazendo com que se configurasse uma "má engenharia" no processo de projeto. A necessidade de reduzir o prazo de entrega levou à práticas próximas da engenharia simultânea, mas com limitações, pela falta de tempo para planejamento e estruturação dos processos.

Nesse contexto de mercado brevemente caracterizado acima, observou-se que o "boom" do mercado imobiliário atingiu também a empresa X, que passou de 2 para 4 empreendimentos realizados simultaneamente.

Além disto, o número de unidades por empreendimento passou de no máximo 12 para 120 unidades cada. Essa nova realidade trouxe um impacto considerável na gestão do processo de projeto das edificações.

O papel da coordenação de projetos se tornou mais importante e abrangente, interagindo com as etapas de concepção e incorporação. Esse papel torna oportuna a discussão na literatura recente, sobre o perfil destes profissionais, que devem ter um excelente conhecimento de arquitetura, gestão de obras, coordenação das demais disciplinas, boas noções em custos, no gerenciamento do prazo e nas questões de construtibilidade.

A literatura aponta para várias soluções de coordenação, desde a figura do arquiteto autor do projeto até a contratação de uma empresa terceirizada especializada. Na empresa em estudo, como mencionado, adota-se a solução de uma coordenação interna centralizada.

Com relação a tipos de projetos, observa-se no mercado contemporâneo uma visão segmentada dos contratos, encontrando-se quatro agentes distintos: o incorporador que baseia no estudo de viabilidade é um financiador do projeto, o construtor que é o responsável pelos processos construtivos, o usuário cliente final que é um passivo e os projetistas que definem os conceitos de qualidade e o produto final.

4.3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO

No final dos anos 90, a construção civil passou por uma revisão dos conceitos de gerenciamento de seus empreendimentos formando uma nova tendência com foco na importância do processo de projetos dentro do setor.

O cenário geral do setor de projetos baseava-se em empreendimentos executados sem projetos, em projetos contratados em cima da hora, projetos contratados sequencialmente, projetistas mal remunerados, projetos incompletos, com erros e omissões, elevado grau de improvisação e de retrabalho, incompatibilidades decorrentes da falta de coordenação, e especificação e conseqüentemente dificuldades de construção (ANDERY, et al., 2008).

Após a metade dos anos 2000, mais precisamente nos anos 2008-2009 a construção civil passou por um crescimento, conforme comentado acima, o que levou a uma nova

análise da capacidade técnica e gerencial dos envolvidos, a implementação do processo passou por várias fases desde 2008.

A primeira ocorreu a partir da necessidade da interação dos projetos em andamento nos canteiros, qual seja, a melhor integração entre a etapa de concepção (projetos) e a etapa de obra, das “viabilidades” em estudo, antes realizados somente pelos proprietários, a análise do banco de terrenos adquiridos, as disciplinas existentes e o primeiro contato no novo modelo de gestão do processo projeto com os projetistas parceiros.

A segunda fase foi de análise dos projetos em relação às obras e a integração das soluções de projeto com os métodos de execução da construtora, assim como a capacidade técnica de seus colaboradores.

A terceira fase concentrou esforços no desenvolvimento das demais disciplinas por especialidades de projeto, necessárias à execução do empreendimento e a busca por softwares de gerenciamento de projetos e sua implantação sistêmica.

A quarta etapa ocorreu para a introdução de um modelo de gestão do processo de projeto foi promovida para buscar a sensibilização dos projetistas com a nova estruturação da empresa, juntamente com projetos de compatibilização e a introdução de outras ferramentas de gestão e controle dos empreendimentos e os recursos necessários para sua melhoria contínua.

Esse processo foi sendo desenvolvido e implementado gradativamente e isso foi importante para que fosse efetivamente incorporado e mantido dentro da realidade da empresa.

Percebe-se ainda que haja uma clara idealização do produto conduzida pela diretoria comercial e pelo gerente de projetos com base nas necessidades e expectativas dos clientes. Os documentos de referência utilizados são a informação básica do empreendimento, o levantamento planialtimétrico, o programa de necessidades, que é elaborado pela diretoria da empresa, o relatório de sondagem e quando necessário as licenças ambientais e a viabilidade dos serviços das concessionárias.

Definido o produto, são estabelecidos os consultores e os projetistas que atuarão em determinado empreendimento.

Há uma primeira reunião de coordenação, onde ficam definidos os cronogramas e as diretrizes do projeto nas seguintes disciplinas: arquitetônico, estrutural, racionalização da alvenaria e instalações, e outras.

Dessas diretrizes se elaboram quantos *check lists* se fizerem necessários para adequação do produto arquitetônico para aprovação. Conjuntamente a este estão sendo desenvolvidos os projetos de mapa de cargas, a primeira fiadas das alvenarias, o projeto de ligações definitivas e demais projetos das disciplinas complementares.

Concomitantemente, estão sendo produzidas as imagens de publicidade e validação dos projetos de fachadas, gradis, paisagismo dentre outros.

Após o projeto aprovado e a execução das fundações obtêm-se os projetos finais de cálculo, instalações, prevenção e combate ao incêndio e pânico, arrimos, executivos, racionalização das alvenarias e demais disciplinas.

A validação do projeto se faz por protótipos na escala 1x1 ou nos modelos dentro dos primeiros pavimentos da edificação.

A quinta e última fase é a da análise qualitativa e a implementação de melhorias nos projetos em prol da construtibilidade, que está sendo investigada desde 2010 e é o principal foco deste trabalho.

Várias reuniões de coordenação são realizadas nos sites da construtora com a participação dos encarregados, mestres e gestores das obras.

Muitas soluções técnicas a serem trabalhadas pela equipe de produção em determinado empreendimento foram acordadas entre coordenador e os gestores de obras que geraram a definição do produto para produção, ou seja, o melhor projeto para se construir, a tecnologia construtiva a ser utilizada e as formas de implantação da execução dos empreendimentos em seus canteiros, o trabalho voltado à construtibilidade.

Atualmente, no período compreendido na pesquisa (2010 a 2013) a construtora está em processo de implementação de um novo software de gerenciamento de projetos onde os processos de controle automático de revisões, workflow, mecanismos para revisão, listas mestras, acompanhamento de atividades, controle de cópias e visualizadores sejam otimizados. Aliados a uma interação das disciplinas e da facilidade do manuseio dos projetistas parceiros.

Nesse sentido, chama-se a atenção para a afirmação de Fabrício et al (2011), que comentam que as deficiências de integração e de troca de informações entre os projetistas e demais agentes envolvidos no processo precisam ser combatidas por sistemas de informação eficientes.

A empresa em estudo trabalha com duas possibilidades de fluxo de informação de projeto, como indicado na figura 14.

Em determinado empreendimento a informação é centralizada pelo coordenador e em outros empreendimentos as informações circulam entre os projetistas, em especial as disciplinas de cálculo estrutural, instalações, prevenção e combate ao incêndio e pânico, a racionalização da alvenaria e o executivo, Fabrício (2002).

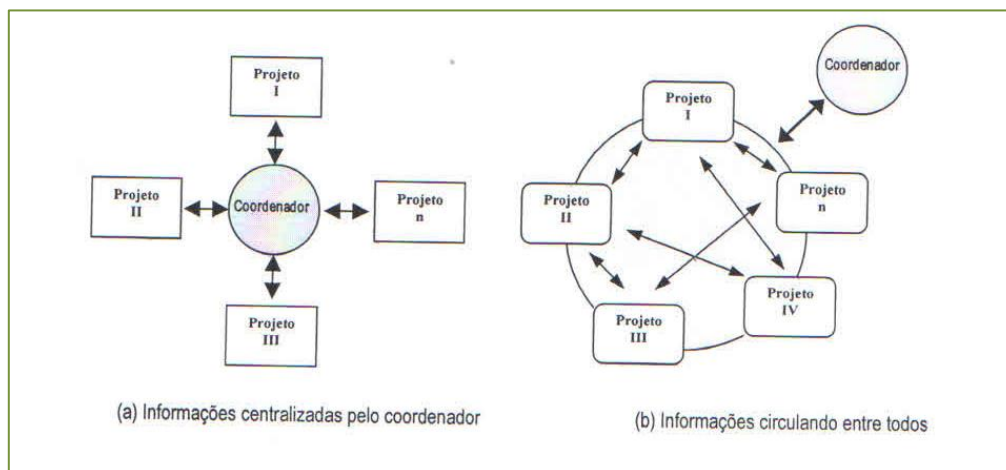


Figura 14 - Fluxo de informação de projetos - (FABRÍCIO, 2002)

O papel do coordenador de projetos aliados ao uso dos softwares de gestão de projetos está em minimizar os riscos potenciais apontados por Ballard, et al (2004) principalmente no que diz respeito incompatibilidade entre o fluxo de informação e o do processo de projeto e ao tempo excessivo de espera por respostas entre projetistas.

Abaixo segue uma representação esquemática das fases de projeto realizadas pela empresa em estudo, que é o fluxo de informações de responsabilidade da coordenação dos projetos.

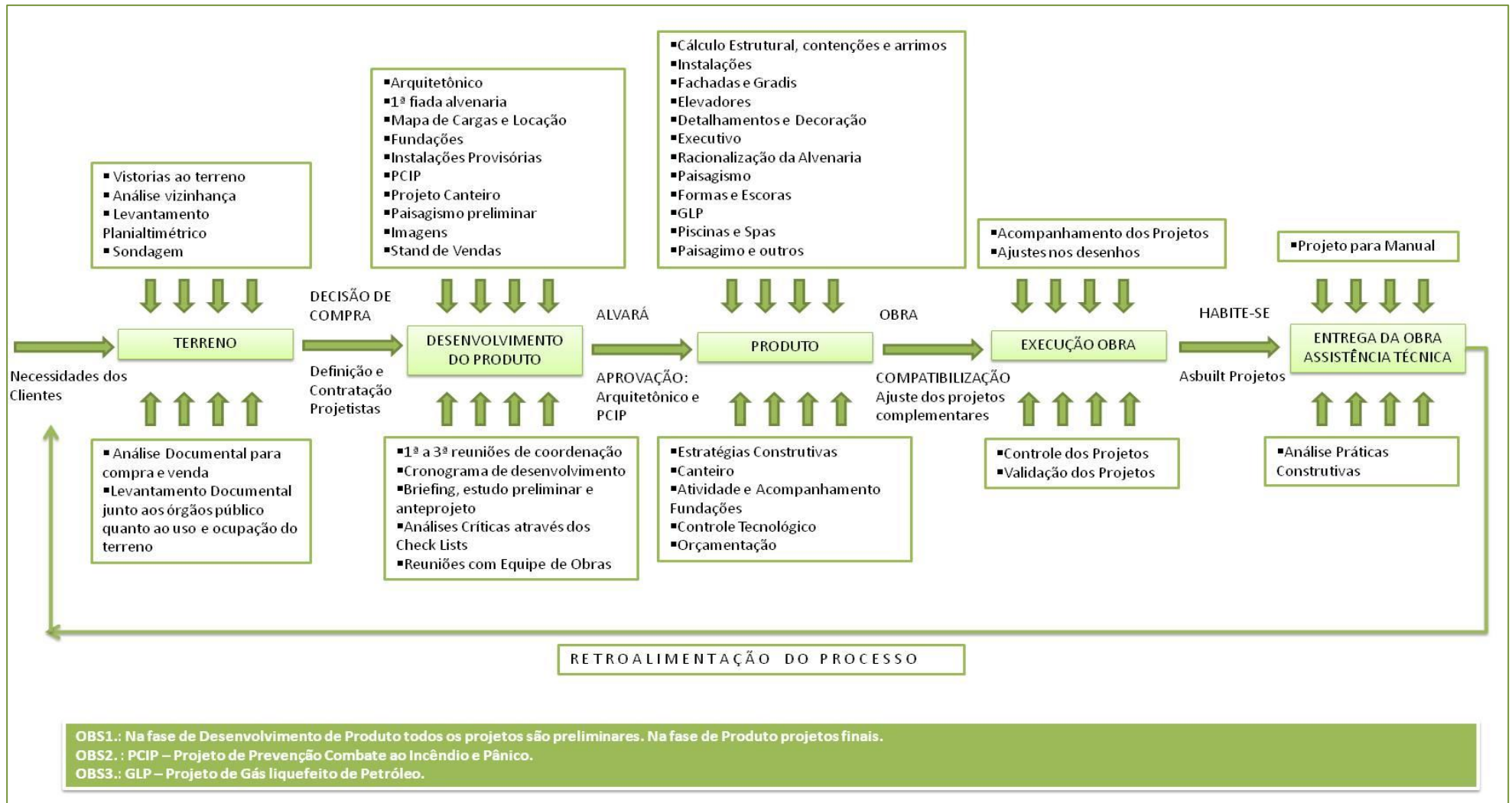


Figura 15 - Fluxo de informação do processo projeto - Construtora X

4.4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ADOÇÃO DE FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE NA EMPRESA ESTUDADA

Nesta seção inicia-se a análise específica objeto da pesquisa, com o intuito de analisar medidas de construtibilidade incorporadas aos processos técnicos e gerenciais da empresa.

Alguns conceitos e parâmetros de construtibilidade foram introduzidos de forma gradual em todos os empreendimentos da construtora após o estabelecimento formal do departamento responsável pelo processo projeto. Outros foram percebidos através do levantamento realizado pela autora sobre as práticas de questões preconizadas ou em consonância com os parâmetros da construtibilidade, de forma positiva ou negativa.

Os principais aspectos são resumidamente comentados na sequência.

4.4.1 Padronização da alvenaria

São realizados projetos de alvenaria simplificados com verificação e compatibilização do projeto legal com a primeira fiada, o que permite adequar ao máximo as medidas ao sistema modular de alvenaria estrutural, reduzindo os tipos de blocos e compensadores, conseguindo-se desta forma, um grau de racionalização eficiente. De per si, essa é uma estratégia de projeto com impacto positivo em termos de construtibilidade.

4.4.2 Tipologias de lay out e especificações padronizados

Com relação a tipologia das unidades, esta empresa apresenta possibilidades restritas de plantas do tipo. Os projetos são extremamente simplificados e há uma constante repetição (4 tipos bem definidos). Tipo 01 – padrão luxo, tipo 02 - padrão intermediário, tipo 03 - padrão normal e tipo 04 - padrão popular.

Essa padronização vai desde o projeto legal arquitetônico, permeando os projetos de instalações e de detalhamento executivo e há também uma repetição do memorial descritivo. O que para efeitos de construtibilidade se torna um fator positivo.

4.4.3 Construção de protótipos

Outra estratégia com impacto positivo na construtibilidade é a de execução de protótipos

em todos os empreendimentos. A construtora executa quase sempre um modelo na escala 1x1 para referenciar a obra como um todo e validar a escolha dos materiais e a compatibilização dos projetos.

Quando raramente não há esse protótipo, há um modelo nos primeiros pavimentos do edifício, onde é validada a especificação de materiais.

4.4.4 Mão de obra própria e remuneração por produção

A empresa tem como filosofia a contratação de mão-de-obra própria (menor terceirização da mão-de-obra). Em campo, a construtora terceiriza a produção em no máximo 30% dos efetivos das obras. Essa estratégia, auxilia a garantia de um entendimento mais adequado de seus colaboradores às questões de construtibilidade implementadas.

Perfaz assim oportunidades para que haja uma permanência e disseminação das boas práticas da construtibilidade, e estas serem replicadas às novas obras.

Dentre os profissionais da construtora nas obras, há sempre uma equipe permanente, e a presença desses elementos garantem que os procedimentos executivos incorporados à rotina da empresa sejam respeitados.

São eles: administrativos de obras, auxiliares técnicos, mestres, encarregados, técnicos, dentre outros. Nestes cargos, que estão inclusos em seu organograma dentro do *núcleo de apoio*, não há terceirização. E percebe-se uma prática constante de treinamentos de novos colaboradores para essas funções para atendimento de novos empreendimentos.

A construtora pratica a remuneração por produção quando da verificação dos serviços executados. Essa prática realinha o planejamento ao ritmo de produção desejado e as constantes verificações do serviço auxiliam a diminuição de retrabalho e consequentes ganhos de melhorias no ambiente de trabalho, dentre outros.

4.4.5 Gestão de controle ampla do negócio

A estratégia dos proprietários da construtora X se dá pela gestão de controle dos processos de forma ampla.

Não há uma equipe grande de gerenciamento de clientes. Pelo contrário, ela é bem reduzida e essa questão é bem entendida pela diretoria. Na construtora não são

permitidas quaisquer alterações de materiais ou paredes em suas unidades. Somente após a entrega das chaves os clientes podem promover as modificações cabíveis à alvenaria estrutural.

Nesta construtora há um responsável técnico que é o diretor técnico que responde por todas as obras e há um responsável técnico pelos projetos e incorporação, que é o gerente de projeto e qualidade, responsável pela execução e coordenação dos demais projetos de todas as obras e ainda é o representante da direção no sistema de gestão da qualidade.

As demais áreas não contemplam mais de três colaboradores responsáveis (contabilidade, departamento pessoal, financeiro, comercial, etc.).

Não se verifica a presença de outros departamentos de apoio gerencial, como seria o caso de um Departamento de Recursos Humanos, Controladoria, etc.

A empresa não faz uso de softwares integrados de gestão. Esse tipo de gestão auxilia na disseminação das boas práticas da construtibilidade, mas, por outro, questões importantes de planejamento e controle são observados e acompanhados de uma maneira superficial.

Abaixo, segue o organograma apresentado no Manual da Qualidade, que é apresentado na medida em que a estrutura gerencial impacta nos processos associados à garantia da construtibilidade.

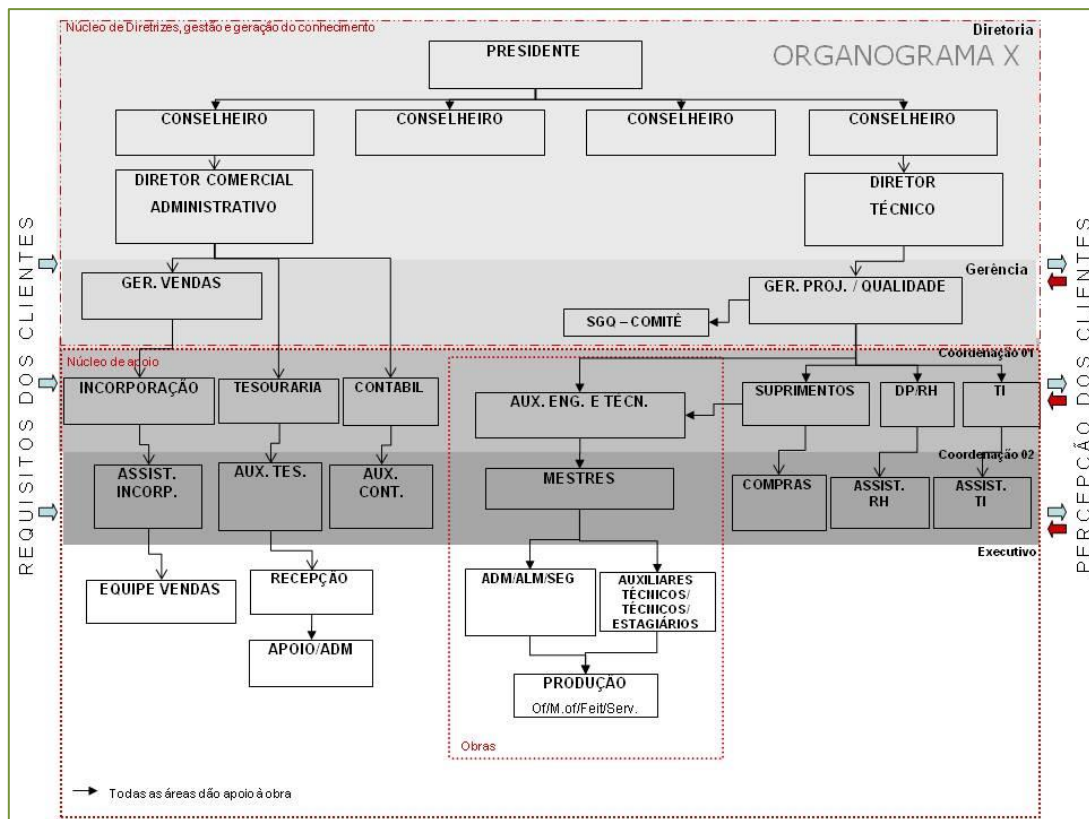


Figura 16 - Organograma - Construtora X. Fonte: Manual da Qualidade empresa estudada

4.4.6 Sistematização de reuniões de gestores de obras

Há uma periodicidade semestral de reuniões chamadas "Uma só linguagem" onde a diretoria de obras e a gerencia de projetos expõem para os engenheiros e gestores das obras fatos ocorridos em determinados departamentos e ou em uma obra específica para que toda a empresa possa ter conhecimento de fatos relevantes, falhas na execução, políticas que não deram certo ou que não obtiveram resultados esperados, assim como outras questões que a informação deve englobar toda empresa.

Outro ponto positivo com relação ao processo adequado do gerenciamento de informações para a construtibilidade.

4.4.7 Feedback - assistência técnica

Foi observada uma ênfase no processo de assistência técnica das unidades autônomas entregues.

Além da medição de indicadores pertinentes ao processo (percentual por tipo de patologia identificada e valor indicativo de gastos com assistência técnica por período) o processo documenta que o gestor responsável pela execução da obra responda pela

entrega das unidades e, por conseguinte, pela assistência técnica no prazo de 2 anos a contar do Habite-se.

O coordenador de projetos é um dos responsáveis pela análise de dados da Assistência Técnica. Esse processo é necessário para verificar se os problemas ocorridos durante a fase de pós obra são oriundos de falhas de projeto, da definição e da técnica construtiva ou mesmo da execução da atividade.

O gráfico da figura 17, mostra uma planilha obtida através da mensuração de um dos indicadores da empresa, onde demonstram, dentre das solicitações de assistência técnica no mês, aquelas que tiveram uma maior número de reclamações. Com base nestas informações é realizada uma pesquisa dos fatos geradores, para que em próximas obras, tente-se buscar práticas e parâmetros para que não haja a repetição do problema alimentando o trabalho realizado em busca da construtibilidade.

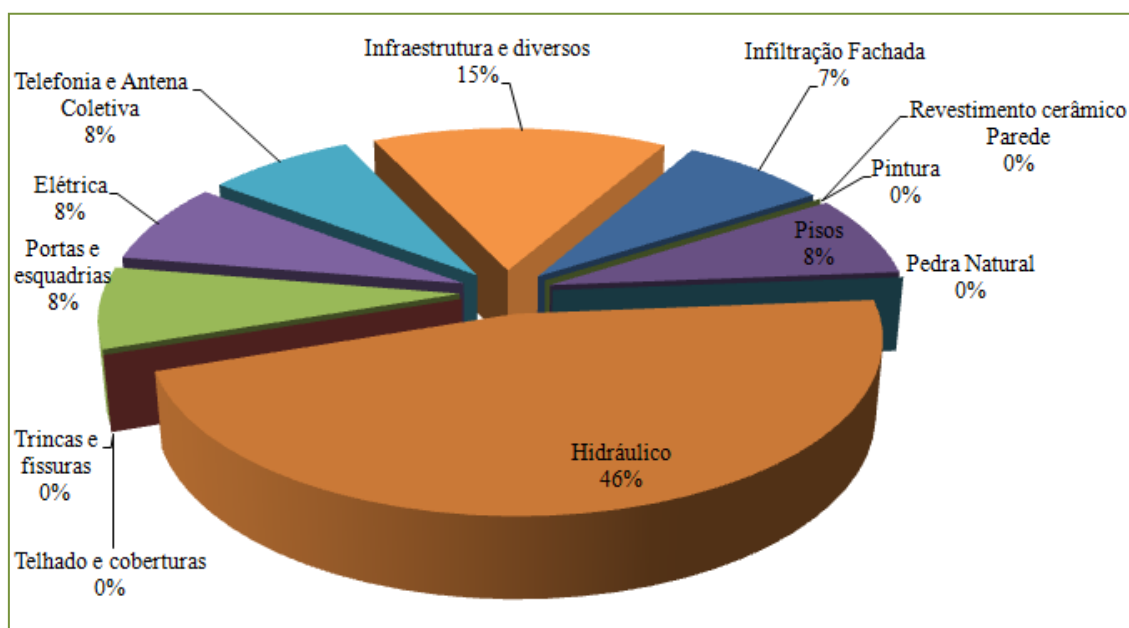


Figura 17 - Gráfico tipo de reclamações de Assistência Técnica por Patologia - Fonte: Indicadores da Construtora X, Agosto 2012

Além deste processo ser um fato gerador de retorno - *Feedback* para boas práticas da construtibilidade, faz-se inovação tecnológica e, ou valida-se/consolida-se àquelas práticas que de alguma maneira estão coerentes com padrão e os requisitos de qualidade do empreendimento e satisfação dos clientes.

Além das reuniões periódicas que fazem parte o coordenador da assistência técnica, os demais engenheiros e gestores de obras e equipe técnica, há uma constante nas padronizações e normatização das práticas da construtibilidade afim da durabilidade e

desempenho dos produtos que implicam diretamente nos resultados dos indicadores.

4.4.8 Incorporação e documentação de venda

Ao se caracterizar o empreendimento a ser construído, o memorial descritivo de seus empreendimentos constante da NBR de Incorporações 12721 é a mesma fornecida ao cliente no ato da Assinatura de Promessa de Compra e Venda da Unidade Autônoma.

Quase sempre ela se repete para os empreendimentos classificados nos quatro tipos já descritos acima. É promovida somente uma revisão simplificada dos materiais mencionados para que não haja nenhuma informação obsoleta. A maior alteração se dá com relação aos espaços de uso comum que podem variar, de acordo com as expectativas do mercado frente às necessidades de melhoria do produto.

4.4.9 Orçamentação

O orçamento das obras é realizado por um profissional especialista, com mais de quinze anos de relacionamento com a construtora. Ao iniciar um orçamento primeiro se faz o orçamento preliminar para atendimento das necessidades da incorporação.

O procedimento seguinte é uma reunião da qual fazem parte a diretoria técnica, o gestor da obra a ser iniciada, a gerência de projetos e a gerência de suprimentos.

A orçamentação, o planejamento físico e financeiro são realizados com a intervenção dos agentes citados acima, de tal forma que as diretrizes para previsão de custos e prazos levem efetivamente em conta as especificidades do projeto, a metodologia construtiva a ser empregada e outros aspectos da cultura construtiva da empresa.

Por causa disso tem-se observado que os desvios de custo entre valores orçados e realizados têm sido inferiores a 2%.

4.4.10 Recursos financeiros dos projetos

O financiamento da execução das obras dar-se-á por capital próprio.

A construtora não vincula a execução das obras à consecução de uma porcentagem de venda das unidades dos empreendimentos. Mais ainda, em função de seu posicionamento no mercado, tem obtido altos percentuais de venda ainda na fase de pré-lançamento.

Por causa disso, não é necessário que exigências decorrentes de estratégias mercadológicas voltadas a aumentar a velocidade de vendas impliquem em alterações na concepção e projeto dos empreendimentos. Ou seja, não há alteração nos projetos depois da concepção, o que impacta positivamente em termos de construtibilidade.

Com isso não se gera mudanças bruscas na estratégia dos empreendimentos

4.4.11 Fatores externos

Devido ao forte crescimento do setor civil quando deste estudo (análise documental precedente a 2010 e vai até meados de 2012), a Construtora adiantou o pré-lançamento de três de suas obras.

Este fato foi relevante para muitas das questões problemas apontadas a diante. Alguns empreendimentos não passaram pela análise conjunta das disciplinas arquitetura, estrutural, compatibilização e instalações antes de sua aprovação dos órgãos municipais para obtenção do alvará de construção.

Soluções de adequação e não de otimização tiveram que ser inseridas no processo ao longo da construção, contrariando diretrizes e boas práticas de construtibilidade.

4.4.12 Projeto de canteiro

O planejamento e detalhamento das operações da arquitetura das instalações do canteiro encontram-se no projeto do canteiro de obras. Fazem parte dos preceitos deste projeto a sequencia lógica das aquisições e montagens, empregam-se nele parte de experiências com obras similares anteriores e as modificações no lay out do canteiro são realizadas para atender as necessidades da execução dos processos e atividades construtivas.

Há quatro revisões e fases distintas durante a execução da obra, seguindo orientações do PCMAT de cada empreendimento. São responsáveis pela sua elaboração a diretoria técnica, a gerência de projetos, o gestor da obra e o coordenador de segurança e saúde da empresa. O canteiro segue as normas de segurança e saúde exigidas pela atividade.

4.4.13 Procedimentos documentados

O PQO - plano de qualidade das obras compreende o projeto da produção, prevendo condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de serviços.

O PQO identifica também em seu planejamento parte dos recursos disponíveis, define

algumas estratégias contratuais, contempla interfaces entre materiais e sistemas construtivos através da identificação dos documentos correspondentes, além de trazer informações temporais da sequencia lógica das aquisições e montagens. Abaixo, segue capa e alguns quadros extraídos de um dos PQOs da construtora:

Sistema de Desenhos Quilode
PQO - Plano de Qualidade de Obra

Identificação: PQO
Versão: 6
Página: 1 de 13

DADOS DA OBRA
Nome: CVC

Descrição: Consiste na construção de três edifícios residenciais com 100 unidades no total, sendo uma torre de 3 quartos e duas torres de dois quartos. Todas com 4 unidades por andar e com cantina americana apenas com as unidades de 2 quartos. Cada unidade com sala de 13,40 metros quadrados, cozinha, suíte e espaço piscina e espaço gourmet. Situada em um terreno de 4.414m² com um total de 10.212,44m² de área construída.
Endereço: - Rua Maria Fátima Gomes, nº 110 - Bairro Castelo - Belo Horizonte, MG.
Engenheiro Responsável: Andrey Cardoso.

Elaborado/Revisado por: Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes - 18/09/2011
Aprovado para uso: Andrey Cardoso - 19/09/2011

Serviço	Documentos para Controle do Serviço	Necessária Adaptação?	
		sim	não
Execução de Limpeza final	FO's 19 e 20 (Vistoria Final) - PO35		X

Descrição das adaptações: Não há.
Obs. 1: Para Fundações a construtora X contrata especialistas no ramo para projetar e executar o serviço. Por isso não consta o PO para Fundação.
Obs. 2: Nesta obra, ficarão disponíveis uma cópia de cada PO, em meio físico, próximo a área de convivência do canteiro para consulta dos colaboradores.
Obs. 3: Para Vidros a construtora Vesper contrata empresa especializada na fabricação e colocação dos vidros temperados para executar o serviço. Por isso não consta o PO para Colocação de Vidros.

Processo	Documentos para Orientação e Controle do Processo	Necessária Adaptação?	
		sim	Não
Estudo de viabilidade do empreendimento	MQ / FO32/ FO28 / FO43		X
Elaboração de projetos	MQ / FO32/ FO28 / FO43 / FO 47		X
Planejamento do produto	MQ/Cronograma/Organograma/Quadro para acompanhamento/Registro e aprovação do Diário de Obra no Autodoc, sob responsabilidade do Gestor e/ou Aux. Técnico.		X
Aquisição	MQ / TEM (Solicitação e ordem) / PO-36		X
Recebimento e estoque	MQ / FVM's		X
Execução	MQ / PQO / PO's		X
* Inspeção dos serviços	PVS's		X
* Preservação dos serviços (proteção)	PQO		X
* Admissão e treinamento	MQ / MDF / FO17 / FO18 (Lista de presença e histórico individual) / PO-37 / FO41 / FO62		X
* Controle de projetos	MQ / FO32 / FO28 / FO 43/ FO46/FO61. Para esta obra, as cópias dos projetos terão, além do carimbo de Cópia Controlada, o carimbo da Construtora Vesper e assinatura/carimbo do Auxiliar Técnico e/ou Técnico responsável.		X

Figura 18 - PQO - Obra 01 - CVC

4.4.14 Projeto executivo

O projeto executivo detalha as restrições estéticas à construtibilidade, e trás informações que colaboram com a simplificação dos processos afim da padronização de componentes e sistemas construtivos.

A figura 19 abaixo ilustra uma parte do projeto executivo que é realizado para a montagem do modelo e para validar as solicitações e escolha dos materiais, validação dos processos de montagem e padronização dos blocos.

4.4.15 Treinamentos

Foi observada a participação contínua de gestores em congressos, cursos, e constantes visitas técnicas em obras de outras empresas, programa de treinamento técnico semestral para os colaboradores das obras, incentivo a formação de mão de obra.

Os aspectos acima citados fazem parte da rotina da empresa, e de certa forma são independentes dos empreendimentos considerados.

A literatura aponta algumas diretrizes para aumento da construtibilidade, e que foram sinteticamente apresentadas no capítulo 2.

Como parte da análise das questões de construtibilidade na empresa, a tabela 6 abaixo apresenta algumas dessas diretrizes, conforme são apresentadas na literatura, e as mesmas são comparadas com a postura da empresa estudada.

ASPECTOS ASSOCIADOS À CONSTRUTIBILIDADE		
Identificação	Situação: Atende Não atende Atende parcialmente	Observações
Identificação ao Máximo dos Requisitos de entrada para o projeto	Atende	Observa-se que as atividades de coordenação que compreendem a idealização do produto, a análise de viabilidade a formalização e o detalhamento atendem de forma adequada à organização, diante da estratégia adotada pela empresa, que é de gestão ampla. Percebe-se oportunidades de melhorias com relação à contratação e análise de obras anteriores similares.
Planejamento e detalhamento das operações da arquitetura das instalações do canteiro	Atende	Já está implementado e mantido o planejamento e as operações no canteiro, percebe-se possibilidades de melhoria nos desenhos, mas ele está coerente com as necessidades da organização.
Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens	Atende parcialmente	Há reuniões para preparação da execução da obra, mas há falhas nos registros destas reuniões. Muitas informações se perdem ao longo do processo por não haver ainda um comprometimento suficiente com relação aos agentes responsáveis pela obra, e, ou falhas de comunicação entre os projetistas e falha na interface projeto e obra. Em algumas obras a estratégia da Diretoria baseia-se em produção puxada. Os prazos para a execução das atividades são diferentes dos prazos contratuais entre construtora e cliente, fazendo com que a produção seja acelerada. Os prazos para a execução dos projetos geralmente não são seguidos ou adiantados, dificultando a gestão pela construtibilidade. Há impactos no custo e nos problemas na utilização dos projetos ainda em fase de

análise crítica. Percebeu-se retrabalho, falhas no fluxo de informações entre os agentes envolvidos.

ASPECTOS ASSOCIADOS À CONSTRUTIBILIDADE

Identificação	Situação: Atende Não atende Atende parcialmente	Observações
Modulação e Padronizações	Atende	Tipos pré-definidos dos blocos. Estratégia construtiva por repetição e simplificação dos processos. Há uma rigorosa padronização dos materiais e componentes construtivos. Alterações somente em tipo de fundação e implantação dos empreendimentos no terreno.
Definir estratégia para a gestão de contratos, empregando a experiência anterior	Atende	Percebe-se na idealização do produto, na análise de viabilidade, na formalização e detalhamento do processo projeto com base nas obras semelhantes e na experiência anterior do construtor. Várias definições são cercadas e repetidas através dos Check Lists e no desenvolvimento dos Planos de Qualidade das Obras.
Planejamento da etapa de projeto em sintonia com os tempos de execução dos processos construtivos	Atende parcialmente	Comumente o prazo para o início das obras no canteiro está atrelado ao alvará de início de obra, documento liberado juntamente com o projeto arquitetônico aprovado. As demais disciplinas estão em desenvolvimento, assim como o fechamento da orçamentação.
Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos	Atende	Todos os processos construtivos são discutidos em conjunto com a Diretoria Técnica e Comercial antes do estudo preliminar. Eles compõem algumas das diretrizes de entradas de projeto e é dos fatores de tomada de decisão da compra do terreno.

ASPECTOS ASSOCIADOS À CONSTRUTIBILIDADE

Identificação	Situação:	Observações
	<p>Atende</p> <p>Não atende</p> <p>Atende parcialmente</p>	
Priorizar a utilização de componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação	Atende parcialmente	Observa-se uma estratégia recente voltada para a diminuição do trabalho improdutivo pela falta de mão de obra. Há pouco a construtora comprou equipamentos que substituem aproximadamente sete profissionais para o transporte de blocos paletizados, para a limpeza e remoção de entulhos nos canteiros. A limpeza dos andares é realizada por dutos de separação de resíduos gerados, assim como o recebimento e distribuição das cerâmicas e louças que chegam à obra também paletizadas e rastreadas por pavimentos.
Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque	Atende Parcialmente	A disciplina racionalização da alvenaria é o projeto que promove uma condição muito favorável à organização e realização das etapas construtivas para a alvenaria estrutural, com relação aos projetos das edificações. Falhas nos projetos do entorno, na implantação dos empreendimentos que fica a cargo do projeto arquitetônico. Na área externa, o projeto arquitetônico, fica incompleto.
Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores	Não atende	A Construtora tem como estratégia de produção a utilização de métodos construtivos inovadores, depois de ser amplamente utilizados no mercado. Há constantes visitas a obras de outras empresas, visitas em feiras, mas mesmo assim observa-se que a empresa tem um modo conservador para implementar qualquer método construtivo que não está em conformidade com o que amplamente é praticado por sua equipe de obras.
Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade	Atende	Sempre é realizada uma retroalimentação das entradas para s novos projetos. A coordenação de projetos está diretamente envolvida no acompanhamento das obras e com isso consegue promover uma avaliação

do uso dos projetos no canteiro a fim de alcançar níveis ótimos nos projetos para a produção. A relação processo projeto com processo obra é feita de uma forma muito estreita e o fluxo de informações é amplamente repassado integrando os dois processos.

Tabela 6 - Análise comparativa aspectos associados à construtibilidade com a empresa X.

Na sequência, apresenta-se análise específica dos empreendimentos estudados.

4.5 - ANÁLISE DE QUESTÕES DE CONSTRUTIBILIDADE NAS OBRAS

Como indicado anteriormente, o estudo de casos propriamente dito teve duas partes. Na seção anterior foram analisadas medidas de construtibilidade incorporadas pela empresa em seus empreendimentos.

Em um segundo momento, faz-se uma análise de problemas de construtibilidade encontrados em duas obras estudadas.

4.5.1 Análise da obra 01: CVC

Localizada em um dos bairros de maior crescimento da cidade de Belo Horizonte, no vetor noroeste, esta obra contém 120 unidades autônomas, com padrão de acabamento tipo normal, composta por 3 blocos, sendo Bloco 01 com 12 pavimentos e Blocos 02 e 03 com 10 pavimentos cada. Todos os pavimentos contam com quatro unidades habitacionais. Há 164 vagas de garagem (acessório de unidade autônoma).

A dependência de uso privativo da unidade autônoma é composta por Bloco 01 três quartos, duas salas, dois banhos, uma cozinha e uma área de serviço e os Blocos 02 e 03 com 2 quartos, duas salas, dois banhos, uma cozinha tipo americana e uma área de serviço.

O custo global de construção é de R\$ 14.760.524,00. O tipo de incorporação é o preço global fechado e todo o empreendimento foi construído com recurso próprio da construtora.

O empreendimento ainda oferece área de lazer contendo academia, piscina adulto com raia de 25 metros com deck molhado, piscina infantil, apoio piscina, sauna e espaço

jardim gourmet com apoio.

Os lotes unificados apresentam 4.414,00 m² e 11.947,06m² de área construída. Esta obra tem como tipologia construtiva a alvenaria estrutural autoportante de blocos de concreto, com pilotis, escada e lajes em concreto armado e fachada em pintura impermeabilizada.

Esta obra obteve seu alvará de construção em janeiro de 2010, e teve seu Habite-se em janeiro de 2012. Para se ter uma correlação do início e término de todos os projetos (disciplinas) compreendidos por este empreendimento, a data de início dos mesmos foi em abril de 2009 e o último projeto (disciplina) entregue foi em março de 2011.



Figura 19 - Gráfico de análise prazo projetos x obra.

Em conformidade com um dos fatores que devem ser seguidos para a obtenção da construtibilidade, foi realizada uma análise do lay out do canteiro a fim de garantir a eficiência na construção e principalmente a redução do custo. Nesta obra, foi possível o aproveitamento de uma residência a ser demolida para a construção do empreendimento.

A mesma abrigou a área técnica e a ferramentaria da obra até a fase de infraestrutura externa e desmobilização. A atividade demolição foi adiada, assim como a redução dos custos com a demolição e os serviços preliminares de instalação do canteiro.

De localização favorável, a referida casa estava localizada no pátio de estacionamentos. A execução desta garagem, de acordo com o planejamento da obra ocorreria somente a partir do 18º mês, em um total de 24 meses de obra.

Com o intuito de melhorar a interface concepção x construção, foram registradas diversas reuniões entre os projetistas das disciplinas de cálculos estrutural, alvenarias, instalações, e PCIP, com o corpo técnico da obra. Faziam parte destas reuniões, além dos projetistas mencionados, o gestor da obra, o mestre e os encarregados, além da equipe

técnica de apoio, mas estas reuniões não ocorreram nos prazos ideais, fato relatado no problema 01 indicado na sequência.

A partir das considerações supracitadas, na sequência apresentam-se problemas encontrados com impacto na construtibilidade, relacionados a projetos.

Alguns desses problemas são associados a contratação de um novo projetista estrutural contrariando o sistema de parceria, confiança e cooperação entre projetista e coordenação de projetos e encarregados das obras.

Outros são associados à falhas na interface projeto-obra, ou a falhas ou falta dos desenhos que facilitam a construtibilidade.

Ou seja, mesmo estabelecido e respeitado o modelo do processo de projeto nas atividades de coordenação, dentro das etapas de projeto, as informações passadas aos envolvidos neste processo se perderam quando da execução da obra. As principais causas são:

- A. falta de um prazo maior para as análises críticas de projeto. As entregas dos projetos aconteciam simultaneamente com as necessidades (atividades) da obra;
- B. ocorreram muitas divergências do projeto com a habilidade e experiência dos agentes da construtora;
- C. e devido ao grande número de falha de design do projeto estrutural, que é sucessor, com uma vinculação término-início com as demais disciplinas.

Abaixo, segue uma descrição de alguns problemas de construtibilidade identificados na obra.

Vale ressaltar que a forma como os problemas mencionados abaixo foram levantados já foi apresentada nos capítulos 1 e 3, que descreve a metodologia do trabalho.

Problema 01:

O projeto arquitetônico foi aprovado no município com data anterior à reunião de adequação das disciplinas complementares ao projeto arquitetônico.

Como consequência não se conseguiu melhorias voltadas à construtibilidade na elaboração dos projetos, promovendo falhas na qualidade dos mesmos perdendo-se a projeção adequada do que é necessário para a produção do produto obra. Essa interface

inadequada de ajustes e não da concepção de um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, teve consequentes comprometimentos na execução da obra.

Problema 02:

Esta obra não contempla um projeto detalhado ou executivo para a área externa do empreendimento. Ou seja, há vários projetos que englobam e detalham as atividades para a execução dos edifícios, seus pavimentos e repetições. Quando da execução da fase externa aos blocos dos apartamentos, como revestimentos externo, pisos externos, serviços de instalações externas, drenagem, pavimentação, dentre outro, não há um projeto específico para a melhoria da construtibilidade.

Toda a execução da área externa baseia-se no projeto arquitetônico aprovado, e a especificação de materiais, as contidas em um registro único para obra e para o cliente final, contrariando o que Menezes (2008) considera vital na existência dos desenhos, e das devidas especificações técnicas de materiais e equipamentos, e do que mais se fizer necessário para a execução do plano, assim como dos cronogramas de prazos, custos e dos demais recursos necessários, além das diretrizes gerenciais.

Essa prática gera gargalos e lacunas na produção, falhas na execução e prejudica o planejamento executivo. Pela falta de projetos adequados à construção, decisões foram tomadas de maneira improvisada no canteiro de obras, o que gera um estudo superficial do impacto e das consequências nas atividades seguintes, bem como falhas no controle do projeto, perdendo-se a garantia de cumprimento das metas pré-estabelecidas.

Problema 03:

Observou-se, em campo, que a execução do sistema de esgotamento sanitário e seus componentes estava incompatível com relação com o projeto aprovado para a obra, que baseava-se nos requisitos de construtibilidade previamente estabelecidos.

Os encarregados de hidráulica, responsáveis pela execução das instalações hidráulicas do empreendimento, promoveram uma diminuição do caminhamento da tubulação do esgoto primário, o que levou a não colocação de duas caixas de inspeção CI, que constavam no projeto.

A prática supracitada faz uma dissociação do projeto em relação à gestão do

empreendimento. Essa alteração foi percebida quando do fechamento da FVS - ficha de verificação de serviço.

Na oportunidade foi concedida a permissão de desvio na referida ficha, procedimento obrigatório dentro do sistema de gestão da empresa e relatado o fato no diário da obra. Ou seja, registrou-se a NC, mas não houve uma adequação de projeto.

Ainda foi realizada uma reunião de sensibilização da importância do atendimento do projeto aprovado para a execução da obra e o registro dessa alteração se deu através do preenchimento de uma ata de reuniões com as assinaturas dos responsáveis envolvidos.

A construtora, ao modificar o projeto onde há um RT (responsável técnico) passa a se responsabilizar pela conformidade do sistema executado. Além de assumir inconsistências no planejamento do produto ocasionadas pelas demais interferências na obra.

Um exemplo percebido é com relação a má localização das CIs deslocadas (em vagas ou em locais de acessibilidade de PNE - portadores de necessidade especiais).

Muitas alterações de projeto realizadas inconsequentemente nas obras, trazem consequências, muitas vezes difíceis de serem mensuradas e outras, somente são percebidas quando do projeto de As Buit (necessário para a confecção do Manual do Proprietário e do Síndico). Algumas alterações corretivas são realizadas antes da entrega do condomínio aos proprietários. Essa prática compromete as fases de aceitação, aprovação e entrega.

Esse tipo de modificação de projeto raramente acontece no bloco e nos apartamentos tipo pelo maior rigor do projeto compatibilizado e também pelo respeito com a alvenaria estrutural. Mas infelizmente este é um problema ainda detectado nos canteiros e na culturalmente dentro da organização.

Problema 04:

A construtora realizou uma maior quantidade de reuniões em relação as que eram previstas nos seus procedimentos a fim de adequar a filosofia do cálculo estrutural à experiência da contratante, aos demais parceiros projetistas da construtora e as particularidades do mercado mineiro quanto à fabricação de blocos e modos executivos.

Mesmo com um maior número de reuniões, vários problemas foram relacionados:

A. Atraso nas entregas dos projetos.

O planejamento executivo da obra com relação aos prazos de entrega dos projetos estruturais passou por diversos reajustes, estendendo assim a um conflito com as atividades de concepção de projeto e execução. Qual sejam, diante dos consecutivos atrasos de acordo com a programação da entrega, os projetos de estrutura foram disponibilizados para o campo em fase preliminar, e boa parte das atividades da obra foi realizada antes da aprovação final executiva dos projetos. Além dos projetos estarem com status em fase anterior (preliminar ou invés de executivo aprovado), a análise crítica final, realizada pelos gestores da obra para planejamento das atividades no canteiro ficou comprometida.

B. Maior número de revisões das pranchas.

Foram levantadas pranchas dos projetos estruturais que tiveram mais de 8 revisões (falhas de design, incompatibilidades de formas e armação, falha em quantitativos, em compatibilidade com o arquitetônico com relação a medidas, dentre outros). A análise do projeto como um todo ficou comprometida pelo prazo de entrega destas revisões.

C. Dificuldade de leitura do design pela equipe de obra.

Projetos com vários erros, informações não utilizadas ou não percebidas durante a execução, nomenclatura de arquivos não padronizados (gerando dificuldades no resgate das informações nas pranchas), e as falhas nas descrições da sequencia executiva das estruturas de concreto armado (lajes e vigamento do pilotis), foram apontados como os principais entraves para a otimização da interface projeto obra.

D. Insegurança dos encarregados quanto ao sistema utilizado de contraventamentos em vãos das alvenarias e execução dos negativos das lajes.

O projetista habitual da construtora, trabalhava em suas alvenarias com um cintamento na 6ª fiada (blocos grauteados e armados) em toda a extensão das alvenarias estruturais.

O projeto atual não contemplava o grauteamento desta fiada e sim um contraventamento em todos os vãos de portas e janelas com o graute e armação dos blocos nesta nova condição, houve a necessidade do deslocamento do mangueiramento elétrico de tomadas e interruptores para a segunda coluna de alvéolos após o vão das portas.

Próximo ao pequeno balanço das varandas o projetista anterior trabalhava com uma malha de negativos e seus ferros não passavam da bitola de 4.2. O novo calculista

previa poucos ferros no negativo e em contrapartida os diâmetros das bitolas do aço CA 50, usados eram bem maiores 6.0, 8.0.

Outra modificação na concepção construtiva importante, foi com relação ao piloti, que antes era de tipologia construtiva mista, qual seja, as alvenarias desciam até as fundações, mas algumas eram desviadas através de vigas em concreto armado.

Essa tipologia foi modificada nos pilotis para a estrutura convencional plena (pilares e vigas em concreto armado), pois assim ganhou-se velocidade com relação a estrutura mista e ainda como há vagas sob pilotis, estas tiveram sua funcionalidade e conforto melhoradas.

Especificamente, esta mudança de concepção não foi observada nenhuma mudança no custo do orçamento da fundação, pelo contrário, houve um ganho na velocidade da produção do piloti contemplando um único sistema construtivo no pavimento pilotis. As fiadas, e as alvenarias tiveram mais compensadores usualmente trabalhados em outras obras. Isso foi uma consequência da aprovação do projeto antes da compatibilização com o estrutural. A produção reduziu cerca de 5 % em relação ao planejado, aumentando o custo e o prazo da execução da atividade alvenaria.

Abaixo, seguem exemplos dos registros de algumas das revisões solicitadas ao projetista da estrutura, ao longo do processo de coordenação dos projetos.

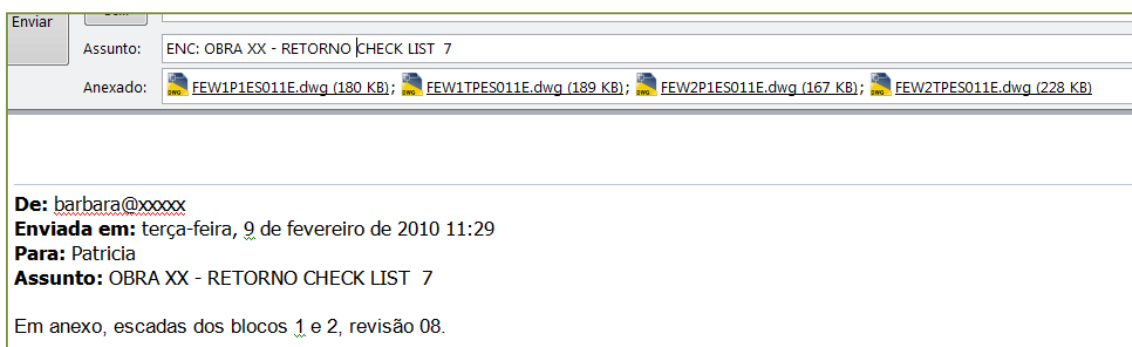


Figura 20 - E-mail - Revisão de número 08 das pranchas das escadas dos blocos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada

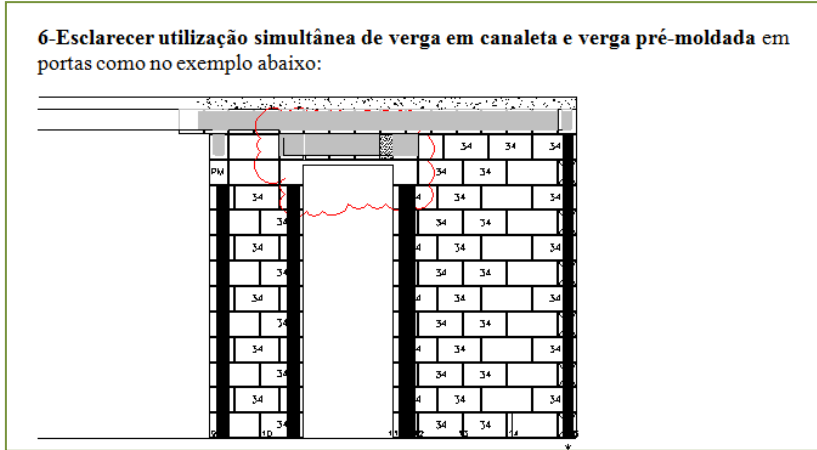


Figura 21 - Falha na manutenção da informação dos requisitos de construtibilidade. Memorando da racionalização da alvenaria para o projetista estrutural. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada

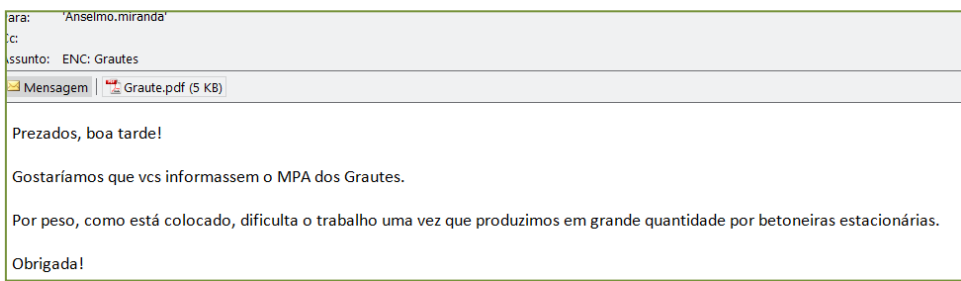


Figura 22 - E-mail solicitando o fgk em MPa. O projeto estrutural contemplava o graute em peso. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada

Fbk	Graute
12,5 MPa	>25 MPa
10,0 MPa	>20 MPa
8,0 MPa	>16 MPa
6,0 MPa	>14 MPa
4,5 MPa	>14 MPa

Figura 23 - Mostra tabela criada para atendimento da obra. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

As figuras 25 e 26 mostram a necessidade de ajuste do projeto estrutural com relação à realidade da obra. O projetista estrutural informou no projeto a relação de resistência do bloco fbk para o graute fgk em massa. O que durante a execução da obra fica inviável transformar massa em número de MPa. E ainda validar os traços em campo para a execução deste graute.

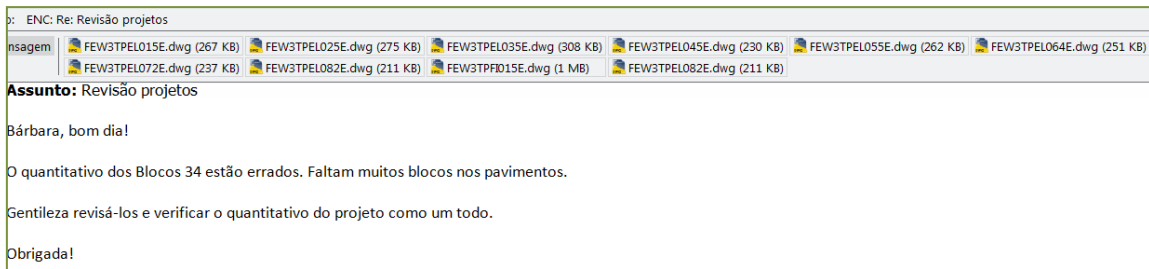


Figura 24 - Mostra e-mail com falhas nos projetos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada

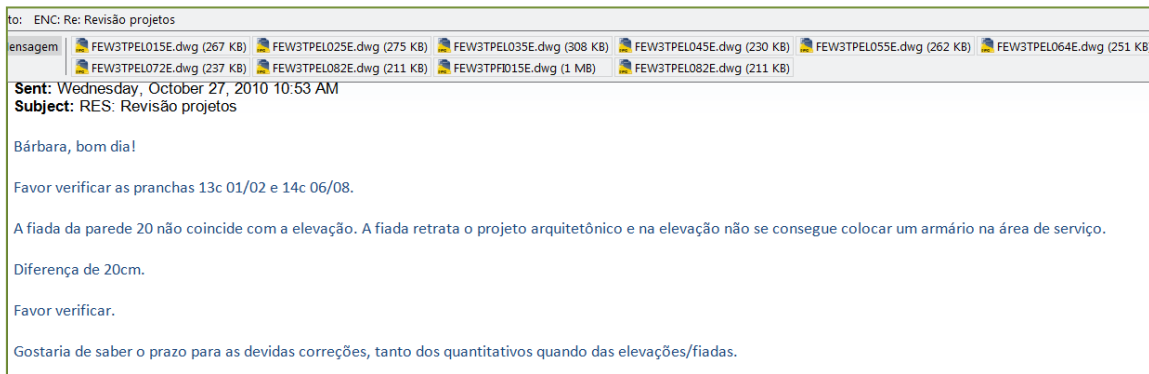


Figura 25 - Mostra e-mail com falhas nos projetos. Fonte: registros processo de projeto da empresa estudada

As figuras a seguir mostram o carimbo de duas pranchas de projetos contendo o número de revisão por prancha. Observa-se a partir das datas de entrega da revisão 00 para a revisão final, um prazo extenso para atendimento das solicitações de projeto e o gargalo ocasionado pelas incompletudes de desenhos, falhas nos quantitativos dos insumos do projeto estrutural, como ferragens ou pontos de grautes, alteração nos vãos das portas para atendimento da paginação da alvenaria estrutural, dentre outros.

R-5	ALT. PAR 30 – ALTERAÇÃO NA LISTA DE MATERIAIS E RESUMO DE AÇO	30/08/10
R-4	ALTERAÇÕES NOS QUANTITATIVOS	15/08/10
R-3	ALTERAÇÕES NOS QUANTITATIVOS	21/07/10
R-2	ALTERAÇÕES NOS QUANTITATIVOS	28/04/10
R-1	ALTERAÇÃO DO VÃO DAS PORTAS	19/02/10
R-0	APROVADO	01/09/09
REV.	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA

Figura 26 - Carimbo do projeto revisado. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

R-6	ALT. PAR 14 – ALTERAÇÃO NA LISTA DE MATERIAIS E RESUMO DE AÇO	30/08/10
R-5	ALTERAÇÃO NA LISTA DE MATERIAIS E RESUMO DE AÇO	15/08/10
R-4	ALTERAÇÃO NA LISTA DE MATERIAIS E RESUMO DE AÇO	23/07/10
R-3	ALTERAÇÕES GERAIS	28/04/10
R-2	ALTERAÇÃO QUANTITATIVO ARMADURAS	03/03/10
R-1	INDICADA	19/02/10
R-0	APROVADO	01/09/09
REV.	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA

Problema 05:

O projetista da estrutura não verificou nova versão do projeto arquitetônico e errou ao replicar os blocos que eram diferenciados (varandas com dimensões diferentes e pilotis). O projetista fez *download* do projeto arquitetônico a partir extranet da empresa, para enviar proposta técnica e não atualizou a revisão final do projeto arquitetônico, trabalhando com a versão errada do mesmo.

Ao replicar os pavimentos tipo, o projetista não considerou o pavimento de pilotis, nem a diferenciação das fachadas oriundas das dimensões das varandas.

A obra contemplava no Bloco 01: piloti estruturado por tipologia construtiva de pilares e vigas, destinado às vagas de garagem, sem alvenarias de vedação. Alvenarias estruturais somente na caixa da escada enclausurada e nos fossos dos elevadores.

O Bloco 02: também é estruturado por tipologia construtiva de pilares e vigas, e abriga as áreas de lazer contendo alvenarias de vedação. Por fim, o Bloco 03: o pavimento térreo é de tipologia construtiva de alvenaria estrutural plena (o carregamento das cargas se faz pela alvenaria diretamente na fundação), contendo as unidades de apartamentos tipo com áreas privativas.

Como os Blocos 2 e 3 são para apartamentos de 2 quartos, o projetista replicou o projeto estrutural errando a paginação das alvenarias no térreo. Além disto, havia uma mudança no tamanho das varandas dos apartamentos. O projeto arquitetônico previa varandas de 160 cm de largura, cujas vistas das unidades autônomas se davam para a parte interna do empreendimento, e de 140 cm para as que eram com vistas para a área externa (rua). O que projeta para fora um balanço maior naquelas cujas dimensões eram maiores.

Como análise de causa, verificou-se que o projeto de cálculo estrutural começou a ser desenvolvido junto ao anteprojeto arquitetônico (o que não havia tido a aprovação formal da prefeitura - alvará de construção e nem a reunião de compatibilização das duas disciplinas) e, houve uma falha no acompanhamento das revisões do projeto, informadas pelo software de gerenciamento de projetos.

Nesse caso, tanto o coordenador de projetos quanto o engenheiro da obra não verificaram o erro. A construtora nunca tinha feito essa diferenciação entre as varandas, não havia ainda uma necessidade de gestão do risco pela não padronização integral das

unidades tipo.

Outro filtro que poderia ter detectado tal problema é a análise realizada quando da execução do projeto de racionalização das alvenarias, que também não conseguiu apontar o erro.

A equipe de obra executou 2 pavimentos erroneamente. Acarretou retrabalho, atraso no planejamento executivo, custos não orçados. Houve a necessidade de demolição e recomposição de lajes e nos pilotis, houve necessidade de reforços com grauteamento de blocos devido a alterações nos pontos de carregamento das cargas. O custo da obra de reparo foi assumido pelo projetista estrutural. Após a identificação da patologia estrutural, foi realizado um descritivo técnico para o processo corretivo. As intervenções para reparo da obra não conformes foram realizadas pela empresa construtora, seguindo os parâmetros técnicos discriminados pelo projetista estrutural. Esse documento contemplava um planejamento das etapas construtivas e o memorial construtivo com vistas à durabilidade e desempenho da edificação. Durante a execução dos reparos, foi realizado a medição dos custos gerados por essa demanda.

Uma possível solução para o problema seria manter o projetista por mais dois empreendimentos para avaliação mais adequada quanto a qualidade dos desenhos, verificação de possíveis não conformidades de acomodação da estrutura e relação estrutura e instalações. Esta estratégia foi adotada pela empresa construtora.

A seguir, as figuras abaixo, apresentam parte da prescrição executiva de readequação estrutural, tanto para o prolongamento quanto para a demolição realizada nas lajes cujas dimensões nas varandas estavam erradas. Foi fornecido pelo calculista um documento descritivo das etapas executivas e de demolição e também um projeto detalhando a execução:

2 PRESCRIÇÕES EXECUTIVAS DA READEQUAÇÃO

2.1 FOLHA 01/04 – Execução da viga V66 e V67

- Cortar 5mm nas laterais das vigas V35 e V38 na região de apoio das novas vigas.
- Executar furos conforme projeto e limpar deixando as superfícies isentas de pó.
- Aplicar em toda a superfície escarificada adesivo estrutural à base de resina epóxi tixotrópico (Sikadur 31 ou similar).
- Chumbar esperas com adesivo estrutural à base de resina epóxi tixotrópico (Sikadur 31 ou similar)
- Fazer a forma e posicionar o restante das armaduras.
- Grautear com microconcreto (SikaGrout + pedrisco).
- Fazer a cura conforme prescrições acima.
- Aguardar 24 h para executar alvenaria sobre a viga.

Figura 28 - Parte do relatório prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

3 PRESCRIÇÕES EXECUTIVAS DA DEMOLIÇÃO

A demolição deverá começar após a concretagem da laje do 4º pavimento.

Executar chumbadores nas vigas V6 e V7 e atirantá-los fixando a outra ponta do tirante nas paredes já executadas do pavimento superior, para que no momento da demolição os trechos demolidos possam ser retirados com segurança.

O concreto e a alvenaria deverão ser cortados com serra de disco.

A seqüência dos elementos a serem demolidos é a seguinte:

- V6, V7 e trecho da laje
- V8 e V12
- Parede.
- V1 e V2
- Parede.

Figura 29 - Parte do relatório prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

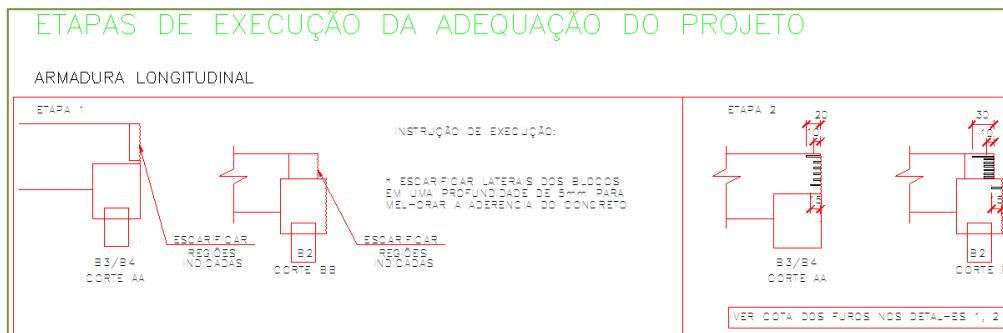


Figura 30 - Projeto complementar ao relatório de prescrições executivas de readequação emitidas pelo projetista estrutural. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

Problema 06:

Produtividade diminuída quando da execução das instalações nos pavimentos tipo.

Nesse caso, a quantidade elevada de blocos compensadores e mais pelos grauteamento das alvenarias, fez com que os encarregados da elétrica, devido a dificuldade de passagem do mangueiramento, alterassem o projeto de instalações que visava a otimização do cabeamento. Como consequência, houve um maior custo de material e revisão de projeto de instalações na parte elétrica das unidades alteradas.

Outra consequência é que a execução contrariou uma padronização bem definida pelo projeto de compatibilização das alvenarias (tomadas baixas até a segunda fiada, o caminhamento dos fios se faz pela laje de piso). Essa padronização tem como finalidade uma diminuição dos custos da fiação e conduítes.

O projeto das alvenarias com mais compensadores e graute, fez com que a

produtividade desta equipe ficasse menor e para se manter uma produção adequada os responsáveis tentaram diminuir o prazo alterando alguns pontos e consequentemente aumentando o encaminhamento dos fios.

Foi permitido o desvio nas unidades já executadas, registradas pelas FVS - fichas de verificação de serviços pertinentes. E o outro registro foi a ata de reunião composta pela equipe responsável da obra, pelo coordenador de projetos e o projetista de instalações que realizaram uma análise crítica do projeto. A verificação e a análise crítica desta disciplina optaram por manter a padronização das alturas das caixas elétricas conforme já estipulado pelo projeto anteriormente estabelecido. Todos os demais pavimentos foram executados de acordo com o projeto.

A figura 32 a seguir apresenta parte da planta do projeto de alvenarias racionalizadas contendo a primeira fiada dos blocos e o cabeamento das instalações: elétrica, telefonia, antena coletiva e SPDA.

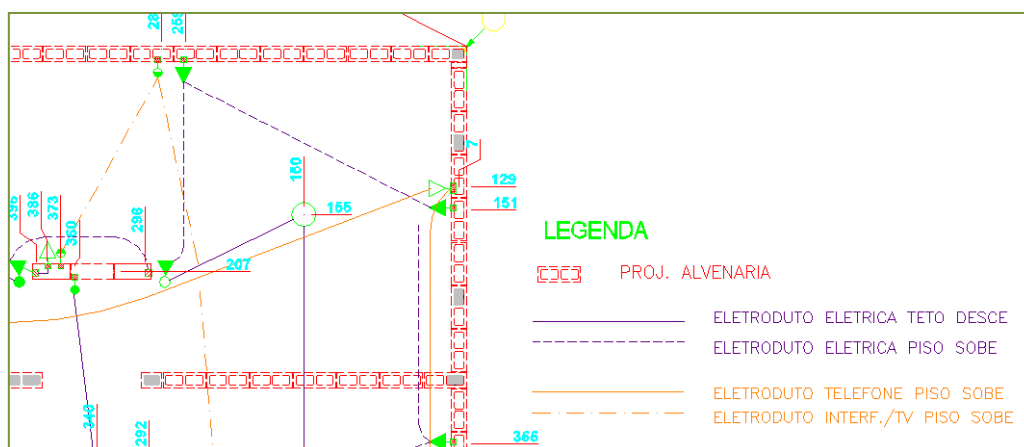


Figura 31 - Projeto Racionalização Alvenaria - definição do caminhamento dos eletrodutos.

Problema 07:

Perda da qualidade da alvenaria devido à escassez de mão de obra qualificada aliada a execução, pela construtora, de um número elevado de empreendimentos na mesma fase executiva.

A alteração do planejamento executivo da construtora com relação à antecipação dos lançamentos (alteração da Lei de Uso e Ocupação do Solo de Belo Horizonte, onde este projeto teria sua viabilidade comprometida e a mudança na fase da obra para conceder a renovação do alvará - antes se renovava o alvará com a fundação pronta, na nova lei, a estrutura tem que ser finalizada no prazo de 4 anos a contar da emissão do referido

documento), ocasionou a necessidade de terceirização da mão de obra para execução das alvenarias estruturais.

Tzortzopoulos (1999) menciona que "A ampliação da visão de etapa para processo de projeto, fortemente interligado ao processo do empreendimento da empresa, busca favorecer a gestão e a simplificação do processo, na medida em que torna as interfaces dos processos internos da empresa mais facilmente identificáveis e gerenciáveis, propiciando assim a melhoria contínua". Seguindo este preceito, a construtora contrariou as boas práticas na gestão do projeto (project). Não foi possível uma adequada gestão da equipe das alvenarias, pois as mesmas já estavam comprometidas em outras obras.

Além da contratação por empreitada desta atividade, o período de execução deste empreendimento culminou com a escassez de mão de obra que o setor se encontrava (fase promissora da construção civil aliada aos grandes investimentos do poder público de infraestrutura no âmbito nacional impulsionada também por Belo Horizonte ser uma das sedes do mundial de futebol - Copa do Mundo em 2014).

Além da queda na qualidade das alvenarias em termos visuais, de acabamento e produção (menor rebarbas, juntas com uniformidade mais comprometida, atraso no cronograma da obra), surgiu uma demanda para reavaliar a possibilidade, de em um próximo empreendimento, o parâmetro de projeto que orientava para a execução das alvenarias seguindo a família dos blocos de concreto de 39 para 29.

Os blocos da família de 39 são mais pesados, reclamações constantes dos colaboradores (o bloco de cruzamento de FBK de 14 MPa chega a pesar 18kg). Outro ponto relevante se dá porque a família de 39 é mais complicado sua paginação otimizada, quando o projeto arquitetônico não leva em consideração medidas e condições de projeto que favorecem o cálculo estrutural. Há um maior número de blocos compensadores, como já informado, e ainda um atraso na velocidade de produção das alvenarias.

Mas diante deste fato, ficou definido, como parâmetro para os demais projetos das alvenarias, que para os próximos empreendimentos serão utilizados a família de 29 na paginação das fiadas das alvenarias. E só após a execução da obra com essa mudança de parâmetros, a empresa construtora validaria essa informação.

Problema 08:

Problemas na gestão das disciplinas dos projetos sucessores e interligadas à execução da fundação.

Foi concebida para o projeto das fundações profundas, a utilização de estaca pré-moldada de concreto. O relatório de sondagem apontou que a profundidade era rasa do lençol freático (nível de d'água).

Na classificação das camadas de solo, os materiais das amostras demonstraram mais de cinco metros de aterro (argila com pedregulho). Em consequência do solo, mesmo considerando uma a fundação de estaca pré-moldada de concreto a mais adequada, quando da sua execução, houve a necessidade de reforços em mais de 10 % das estacas cravadas, ou seja, foram necessárias cravações de mais de uma estaca nos pontos de cargas da edificação.

Nestes pontos, a empresa Construtora promoveu um detalhado teste de esforço PDA (testes de “nega” e “repique”, individuais, para controle da capacidade de carga das estacas) e conseqüentemente os blocos da fundação rasa sofreram revisões, o que levou os projetistas das demais disciplinas o acompanhamento do processo de adequação e revisão de seus projetos, criando uma lacuna no processo de execução dos projetos das disciplinas dependentes.

A Gestão dos riscos das constantes alterações contrariam o que Agoyan (1995) entende sobre projeto que é um processo para a concretização de um produto; esse processo é idealizado, simulado e implantado. Nesta fase da execução há um agravante, pois esta disciplina está interligada em seu planejamento executivo dentro da sequencia de atividades início fim, com a disciplina do projeto estrutural e esta com as demais disciplinas. Sem mencionar que a obra não pode ter um aumento de custos de uma mão de obra ociosa, ou improdutiva (a mão de obra para esse empreendimento corresponde a 40% do orçamento).

A medida da execução do projeto de fundações, as revisões são repassadas ao projetista estrutural, comprometendo o projeto das demais disciplinas, conseqüentemente o planejamento otimizado, e as boas práticas da construtibilidade.

As figuras 33 e 34 apresentam o projeto inicial do Ponto P29 contendo uma estaca e um bloco, e a seguir o projeto de reforço das estacas e aumento do bloco contendo cinco estacas.

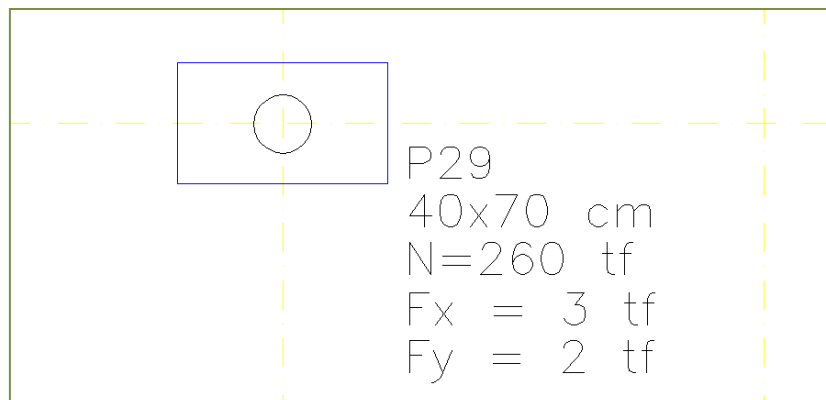


Figura 32 - Projeto Estaca para o Bloco 29 - Mapa de cargas - estrutural. Fonte: projeto fundação profunda da empresa estudada

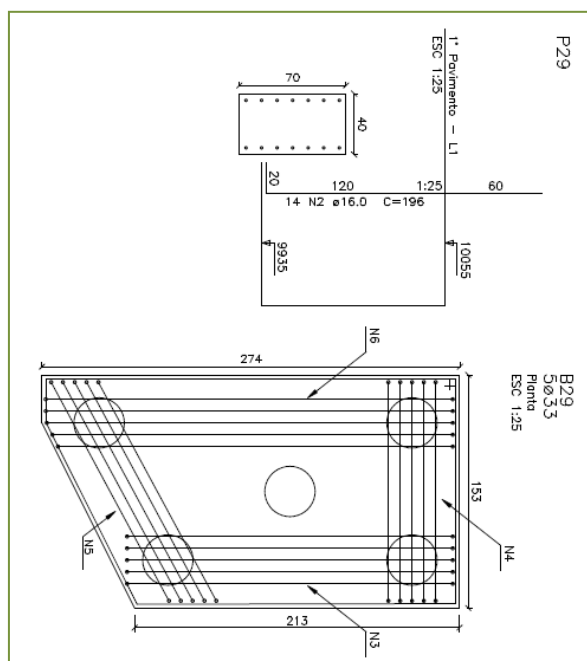


Figura 33 - Projeto Estaca para o Bloco 29 - revisado - quebra da estaca e reforço. Fonte: projeto estrutural da empresa estudada

Problema 09:

Falhas na compatibilização do projeto estrutural com o projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico, mais especificamente com relação aos vãos de alvenarias, nas caixas das escadas enclausuradas.

Os projetistas que fazem o projeto para a aprovação junto ao corpo de bombeiros tem

dificuldades de trabalhar com a alvenarias estrutural em termos de vão ideais múltiplos de 20 cm, por outro lado, os projetistas estruturais, encontram dificuldades em deixar esses vãos de janelas o mais próximos dos patamares da escada do pavimento superior. Quando da aprovação do projeto pelo corpo de bombeiros regional, se faz necessário uma readequação nestas alvenarias. Outro fato relevante, é que a norma técnica Brasileira NBR 5628e alguns itens das *IT-Instruções Técnicas do CBB*, tem que serem adaptadas para a alvenaria estrutural, porque são focadas para as estruturas de concreto armado.

As figuras 35 e 36 ilustram que o projeto emitido para aprovação junto ao corpo de bombeiros, seguem dimensões me m² suficientes para atendimento de suas instruções técnicas, sem levar em conta a especificidade do projeto de alvenarias estruturais. As dimensões dos vãos sempre sofrem modificações para adequação do sistema modular dos blocos das alvenarias.

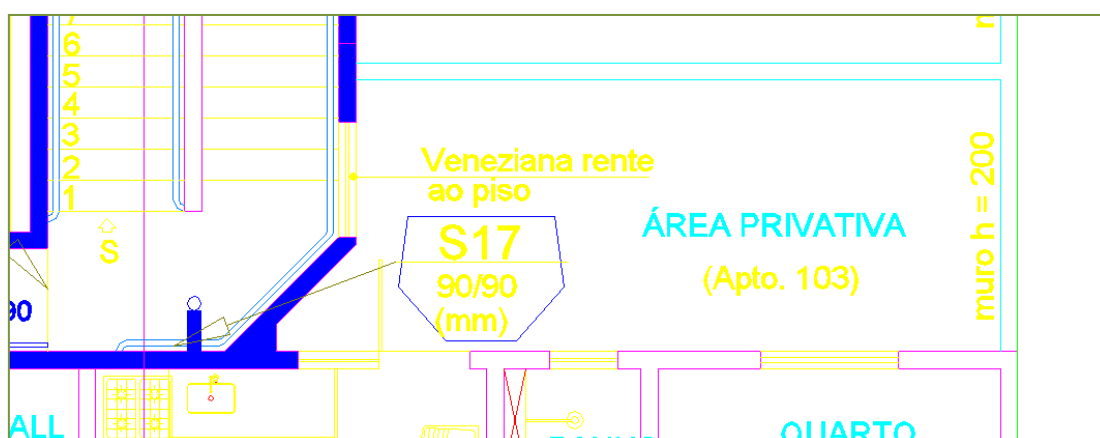


Figura 34 - Projeto Aprovado PCIP - solicita veneziana junto ao piso de 95cm x 95cm. Fonte: projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico da empresa estudada

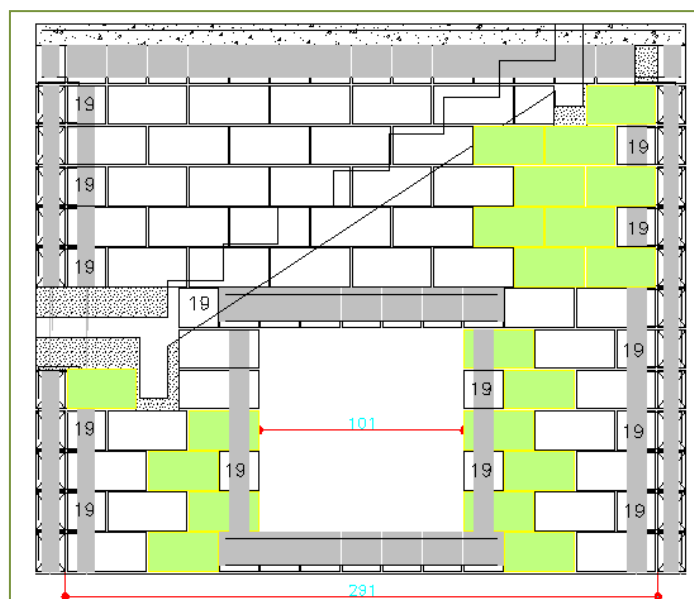


Figura 35 - Projeto de racionalização da alvenaria com vão múltiplo de 20cm. Fonte: projeto da empresa estudada

Problema 10:

Mudança na estratégia de produção dos aços para as peças estruturais de concreto armado. O Projeto e orçamentação foram previstos para a compra de aço em bitolas inteiriças e estes seriam dobrados e cortados no site. Esta decisão estratégica padronizada e amplamente utilizadas nas demais obras teve que ser modificada para atendimento da demanda específica desta obra. Uma questão determinante foi a não observância das condições da via local onde está implantado o empreendimento. Com largura reduzida da via aliada à abertura padrão nos muros da edificação previstos para o acesso de veículos à obra, as carretas de aço não conseguiram realizar a manobra para o descarregamento das bitolas. Gerou-se assim um retrabalho no armazenamento deste material. Outro fato determinante é a falta de mão de obra que o setor enfrentava. Não havia oficiais de armação para atender a demanda interna da construtora e não se encontravam profissionais qualificados no mercado. A solução encontrada foi das próximas compras o aço das lajes e pilotis fossem comprados já dobrados e cortados. Houve aumento de custo e atraso nas primeiras entregas contrariando os preceitos da construtibilidade.

Este foi um dos assuntos proferidos em uma das reuniões promovidas pela construtora "uma só linguagem". A forma de compra dos aços para as próximas obras foi mantida a padronização já existente (dobrar e cortar nos canteiros) e o padrão de aberturas dos vãos de acesso aos veículos de abastecimento de materiais das obras, tanto para muro

definitivo quanto para muros provisórios passou de 400 cm para 550 cm.

4.5.2 Análise da Obra 02: CGP

O empreendimento é localizado em uma região de grande número de lançamentos imobiliários recentes. A obra em análise contém 124 unidades autônomas, com padrão de acabamento tipo normal composta por 2 blocos, sendo Bloco 01 com 17 pavimentos e Blocos 02 com 16 pavimentos. Todos os pavimentos contam com quatro unidades habitacionais. Há 255 vagas de garagem (acessório de unidade autônoma).

A dependência de uso privativo da unidade autônoma é composta por Bloco 01 e 02 três quartos, duas salas, dois banhos, cozinha e área de serviço.

O custo global de construção é aproximadamente R\$ 15.376.000,00. O tipo de incorporação é “preço global fechado” e todo o empreendimento foi construído com recurso próprio da construtora.

O empreendimento contempla na área de uso comum piscina com raia e deck molhado, ginástica, sauna e apoio piscina, quadra poliesportiva, espaço gourmet e salão de festas.

Os lotes unificados apresentam 7.449,93 m² com um total de 15.231,87m² de área construída. Esta obra tem como tipologia construtiva a alvenaria estrutural autoportante de blocos de concreto, com pilotis, escada e lajes em concreto armado e fachada em pintura impermeabilizada.

Este empreendimento obteve seu alvará de construção em fevereiro de 2011. O início projetos deu-se em junho de 2009 e ainda existem projetos (disciplinas) pendentes (maio de 2013). Em seu cronograma, a previsão de término de obra e obtenção de certidão de baixa e habite-se é dezembro de 2014.

Nesta obra, o coordenador de projetos é também o arquiteto responsável pela concepção e aprovação do projeto arquitetônico. Outro agente realiza a gestão da obra no canteiro.

A alteração na legislação regulamentadora do uso e ocupação do solo fez com que muitos empreendimentos acelerassem o processo de aprovação dos projetos legais, garantindo um maior potencial construtivo, o que era autorizado pela versão anterior da lei. A construtora, para acelerar a etapa de desenvolvimento e aprovação do projeto legal, optou por realizá-lo internamente, na pessoa da própria gerente de projetos.

Além de o coordenador interno ter um bom conhecimento da cultura construtiva da empresa, e a empresa ter uma tecnologia construtiva padronizada, essa tipificação onde o coordenador é também o autor do projeto arquitetônico, tem uma tendência a simplificar o fluxo de informações, assim como as etapas, atividades, verificações, análises críticas e validações, e conseqüentemente o prazo para a realização do processo de projeto.

O fator negativo é que houve um acúmulo de funções em um mesmo agente, fazendo com que a coordenação fosse efetivamente exercida somente após o projeto arquitetônico dar entrada nos órgãos públicos para devida aprovação e obtenção do alvará de construção.

Outra questão específica desta obra foi de um único problema percebido na interface projeto arquitetônico com as disciplinas de projeto de fundações e projeto estrutural. Um problema inicial gerou consecutivos problemas ao longo do desenvolvimento da obra.

Na sequência, apresentam-se os problemas encontrados:

Problema 01:

O Projeto arquitetônico focou nos custos de remoção de terraplenagem e no aproveitamento máximo das condições físicas do terreno, avaliando as condições de construtibilidade do projeto de fundações, com base na especificação de fundações tipo tubulão. Essa solução, na ocasião do projeto, possibilitou a implantação de boa parte do projeto em terreno natural, que apresentava desníveis de mais de 17 metros.

Do ponto de vista do projeto arquitetônico, foi possível obter soluções otimizadas para questões de acessibilidade, em particular no que diz respeito a portadores de necessidades especiais, e o percentual de volume de terra entre corte e aterro foi pequeno em relação às características físicas do terreno.

Quando da compra do terreno, a análise inicial previa ao tipo de execução de fundação para tubulões. Isso permitiria a redução de custos e otimização do projeto.

No entanto, na fase de concepção do projeto estrutural a solução adotada foi de fundação com estacas em hélice contínua. Além de vários impactos nos demais projetos, a economia esperada não pôde ser viabilizada.

Com a alteração do tipo de fundação, o equipamento de fundação tipo hélice contínua, precisou de terreno plano para execução das estacas.

O terreno natural, onde estavam locados os pontos de cravação, apresentava inclinações superiores a 30%.

Com a alteração do tipo de fundação e a característica do terreno, houve a necessidade da criação de quatro platôs distintos com diferenças de cotas que chegaram a 2 metros entre eles. Além disto, houve a necessidade de prolongar o corte no terreno natural por mais 1,5m além dos eixos dos pontos das cargas para que fosse possível estabilizar o equipamento da perfuratriz, que é um equipamento hidráulico montado sobre esteiras, dotado de torre vertical equipada com guia, por onde corre o cabeçote de acionamento hidráulico.

Como consequência, houve retrabalho quanto ao projeto e execução de levantamento planialtimétrico e projeto e execução de terraplenagem para a execução dos platôs.

Além disso, houve um atraso no início da fundação profunda do Bloco 02 de quase 02 meses estendendo para os meses de chuvas, que é um dos fatores complicadores para esse tipo de serviço na construção quanto à construtibilidade.

Para ilustrar melhor o problema descrito acima, seguem na sequencia a figura que 37 demonstra o corte do projeto arquitetônico aprovado, com base na implantação do terreno natural.

A figura 38 é relativa a planta dos platôs, realizada pelo consultor de solos, afim de atendimento das necessidades de execução da fundação tipo hélice contínua.

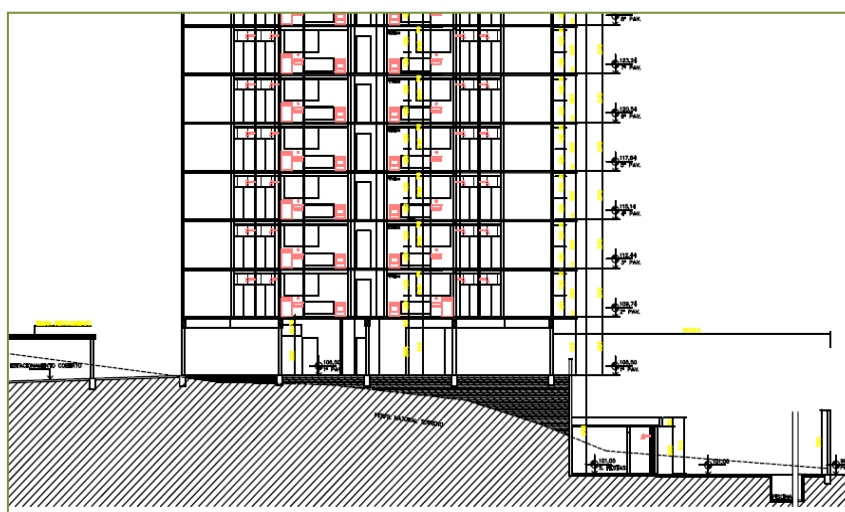


Figura 36 - Corte do Projeto Arquitetônico da Obra 02: CGP - Implantação voltada para adequação ao terreno natural. Fonte: projeto da empresa estudada

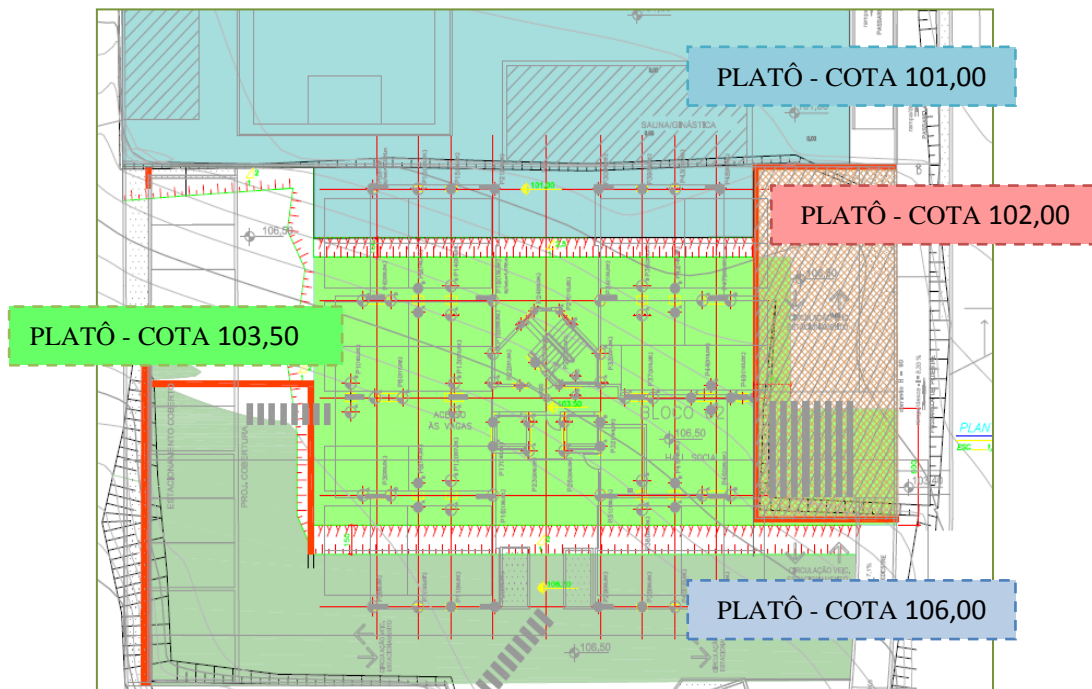


Figura 37 - Platôs e contenções necessárias para a execução da fundação de Hélice Contínua. Fonte: projeto fundação profunda da empresa estudada

Problema 02:

Como ocorreu um atraso significativo na execução da fundação (especificamente nas atividades de fundação profunda), as atividades programadas na sequência, como execução da estrutura convencional do piloti, e as alvenarias estruturais forma prejudicada em termos de tempo de execução.

Não foi possível otimizar a alocação da mão de obra, que teria sido diferente e mais otimizada em outras circunstâncias.

De acordo com a expertise da empresa, um empreendimento ótimo, no que diz respeito à produção é aquele que pôde-se trabalhar com edificações em pares. Qual sejam duas torres em paralelo.

Este empreendimento foi concebido com esse formato (duas torres) que possibilitava a coordenação do fluxo de mão de obra "cruzada". Enquanto há equipe de fôrma, armação e instalações estão montando uma laje e acompanhando sua concretagem, nivelamento, cura e desforma, a equipe de alvenaria está trabalhando nas paredes do pavimento, suas

armação e grauteamento.

Outra validação da boa prática desta diretriz estratégica, é que as equipes são terceirizadas e precisam produzir. Esse fluxo é uma forma de garantia de produção continuada, da permanência do empreiteiro na empresa e de assegurar a continuidade da empresa terceira devido a remuneração adequada paga por serviço produzido.

Em determinado momento da obra o Bloco 01 estava seis pavimentos à frente do Bloco 02. Isso ilustra uma situação clara de falha na integração projeto e execução com os aspectos relacionados a planejamento e custos. Após o término do piloti do Bloco 02, a obra voltou a trabalhar no sistema antes previsto no planejamento a fim de se adequar à estratégia definida e minimizar os impactos negativos gerados pelo problema 01.

Problema 03:

Outro Problema que teve como origem o descrito no problema 01 diz respeito a adequação da coordenação do processo projeto para ajustes do fluxo de informações entre os agentes envolvidos, as constantes reformulações do controle do processo quanto ao tempo originadas pelas revisões necessárias dos desenhos para readequação das disciplinas no desenvolvimento do projeto.

As análises dos desenhos, ou seja, a validação dos produtos de projeto para a liberação para início das etapas subsequentes ficou comprometida pelos prazos de entrega dos mesmos frente ao cronograma físico da obra. Os projetos das disciplinas de cálculo estrutural, instalações, racionalização das alvenarias estavam sendo aprovados para a execução da obra por pavimentos e blocos.

Todas as revisões geraram acréscimos nos valores dos contratos, desgastes entre os envolvidos das disciplinas, comprometendo a relação do projeto com os agentes da produção da obra.

Os projetos executivos e de produção foram finalizados em conjunto com o andamento da obra gerando retrabalho, permissões de desvios da execução com relação ao projeto, custos e atrasos no prazo.

Problema 04:

Para readequação da laje do Bloco 02, antes sob terreno natural, e com a criação dos platôs descritos no problema 01, o projeto estrutural desta laje teve suas dimensões, formas, cargas e armações alterados. Com isso houve atraso e retrabalho devido à realização de um terceiro levantamento planialtimétrico do terreno existente para revisar a laje do estacionamento, que sofreu um acréscimo em suas dimensões de aproximadamente 3 metros e ainda ocorreu uma alteração na solução de vigamento para conter possível encaminhamento de água do solo.

Com o corte do terreno, a laje teve que ser prolongada. o projeto teve que detalhar o encaixe e a obra teve que promover obras na parte da laje pronta para contraventar a armação o seu prolongamento.

Como o projeto estrutural sofreu outra revisão, ocorreram atrasos susceptíveis na programação já definida para a entrega total dos projetos.

Problema 05:

Outra questão originária da mudança do tipo de fundação do Bloco 02 foi à necessidade da criação de área tipo “caixão perdido” e solução de contenção do solo do terreno que sofreu corte para adequação da construção.

Com isso, houve aumento do custo (área que não passará por uma reaprovação) e uma contenção do terreno que sofreu o corte não previsto que teve como solução parte em talude com sacaria em seu pé e parte em uma parede de mais de 12 metros de extensão por 3 metros de altura de arrimo de concreto armado.

Problema 06:

Para essa obra não foi adoto a prototipagem 1x 1 fora do empreendimento. O modelo foi realizado dentro de uma unidade habitacional em um dos blocos.

Em condicionante às necessidades do projeto estrutural, houve um aumento do quantitativo de graute dentro das alvenarias estruturais, assim como a utilização de quase todas as alvenarias como paredes estruturais, em função do número de pavimentos dos prédios.

Diante destas alterações ocorreram modificações nas especificações das larguras das

portas prontas, pois em obras similares, mas com um número menor de pavimentos, a alvenaria que separa o hall do apartamento com a cozinha e as dos banhos eram de vedação, com 9 cm de espessura. Neste projeto, em específico, e após análise do cálculo estrutural definiu-se que estas alvenarias também deveriam fazer parte da estrutura, deixando-as com 14 cm de espessura.

Segundo o memorial descritivo do empreendimento, todas as portas deste empreendimento teriam suas dimensões internas 62 cm (portas pranchetas comercializadas com a especificação de "final 02").

Com a integração destas alvenarias antes não estruturais à estrutura, as portas de entrada e dos banhos tiveram que ser alteradas para final 00, qual sejam 60cm de vão, 60cm de porta pronta para o melhor acabamento do alisar de 5 cm.

O projeto das alvenarias sofreu revisão de adequação.

Problema 07:

Outra questão que foi observada, diz respeito à dureza do solo e o diâmetros dos tubulões.

O projeto do Bloco 01 previa para a maioria dos diâmetros uma dimensão de 60 cm. E como os tubuleiros (responsáveis pelas aberturas dos tubulões) tinham que escavar com martelo rompedor, devido à dureza do solo, esse diâmetro teve que ser alterado para 80 cm, no mínimo.

Após a execução da fundação profunda, teve-se que fazer um projeto *as built* para reencaminhar para o consultor de solos e o projetista estrutural, recalcularem os eixos de excentricidade das cargas e o dimensionamento dos blocos e cintas.

Com essa alteração o custo previsto em orçamento para essa atividade foi extrapolado devido ao acréscimo do volume de concreto, custo com a mão de obra e demais insumos inerentes à atividade e ainda o prazo para a execução dos mesmos.

4.6 – COMENTÁRIOS SOBRE AS OBRAS

Nas duas obras em análise, verificou-se que todos os procedimentos do sistema de gestão da qualidade associados ao processo projeto e que implicam diretamente na

construtibilidade foram aplicados. Em ambas, os projetos arquitetônicos legais passaram, antes de suas aprovações nos órgãos municipais, pela análise dos projetistas envolvidos, principalmente pelo projetista da estrutura e o especialista em compatibilização das alvenarias.

No entanto, ao se verificar as questões de produção, constatou-se a necessidade de maiores interferências no projeto para adequá-lo ainda mais aos processos produtivos construtivos.

Ficou claro que mesmo havendo uma análise e um acompanhamento do processo definidor do projeto estrutural, a estratégia adotada, principalmente na obra 02, foi por usar um bloco de resistência menor. Essa decisão não impactou positivamente no que diz respeito à produtividade, acarretando problemas já relatados anteriormente na análise das obras.

Ainda com o projeto em aprovação o projetista estrutural já lança as cargas para a fundação e neste momento é contratado o projetista/ consultor de fundações. Este profissional, em função das especificidades do terreno e a partir de um relatório de sondagem faz uma pré-análise da fundação que é um requisito de validação do terreno com relação aos interesses mercadológicos do empreendimento. Nem sempre as duas concepções são adequadamente harmonizadas.

O prazo da entrega dos projetos é outra questão relevante para a qualidade dos mesmos. O projetista de compatibilização precisa do projeto estrutural e de instalações completos. O que sempre ocorre modificações ao longo do empreendimento e precisa ser gerenciado pelo coordenador para evitar retrabalhos. O prazo estimado como necessário deve ser de pelo menos 18 meses antes do início da obra.

As interfaces entre o coordenador de projetos, projetistas, pessoal de campo responsável pela execução deve ser feita de uma forma mais clara e direta.

Essa construtora faz reuniões para discussão do projeto e estas ficaram ainda mais constantes após o problema encontrado na obra 01 com relação a mudança nos projetos e adaptação aos conceitos projetista construtora.

O lembrete de modificação/alteração de projetos que era enviado ao e-mail dos projetistas (sistema de gerenciamento de projetos via extranet) passou por uma

reestruturação, para chamar ainda mais atenção dos colaboradores sobre as alterações que interferem no andamento dos projetos.

A comunicação deve ser constantemente melhorada para atendimento da gestão por construtibilidade. A título de exemplo, os projetos em alvenaria passaram a serem impressos coloridos e não mais em escalas de cinza. Estes projetos são fundamentais para a boa construtibilidade quando da execução das alvenarias estruturais. Esses projetos são impressos em formato A3 para uma melhor utilização e cada prancha consta uma parede, planta, elevação, tipos e quantidade de blocos e locais dos pontos elétricos. Com essas medidas simples, passam a ser adequados e amplamente utilizados nos canteiros.

A gerência de projetos constantemente faz um trabalho de conscientização e sensibilização da análise e retorno sobre problemas nas interfaces, informações erradas, a mais ou a menos dos projetos. Quando esse retorno acontece não há para ajustes no projeto, muitas decisões são tomadas em campo, que é um ponto negativo, se tratando de procedimentos para as boas práticas da construtibilidade.

4.7 - QUADRO SÍNTESE

A título de síntese, apresentamos abaixo um quadro que resume os problemas evidenciados acima.

Essa compilação dos dados permite uma rápida visualização dos problemas ocorridos nas obras supracitadas, o levantamento das possíveis causas, as consequências originadas pelos problemas levantados.

Ainda faz parte do quadro, o fator gerador, indicando se é de caráter interno à organização ou externo com base em questões mercadológicas e, ou econômicas.

Foi ainda possível contemplar nesta síntese, um levantamento de diretrizes norteadoras às ações gerenciais e técnicas a serem realizadas a fim de mitigar ou minimizar os impactos negativos gerados pelas demandas apontadas por essa pesquisa. Outro ponto relevante que consta na última coluna do quadro é com relação à validação das possíveis diretrizes propostas com base na literatura existente sobre construtibilidade.

Ou seja, além da análise de soluções específicas para os problemas mencionados, que podem eventualmente ser incorporados ao processo de projeto, são apontadas possíveis diretrizes comentadas na literatura, e que seriam aplicáveis à realidade da empresa estudada, em sintonia com a possível solução apontada.

Esse comentário é justificável. De fato, muitas medidas e fatores de melhoria da construtibilidade indicados na literatura são referentes a outros contextos, em obras mais industrializadas ou referentes a obras industriais em países mais desenvolvidos.

A incorporação dessas diretrizes propostas na literatura pretende ser um primeiro passo de análise das mesmas, ou seja, sugere-se que tais medidas são correlacionadas às medidas de solução de problemas indicados na tabela abaixo:

Tabela 7 - Problemas de Construtibilidade - Diretrizes

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 01 - CVC						Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES	
1 <p>O projeto arquitetônico foi aprovado no município com data anterior à reunião de adequação das disciplinas complementares ao projeto arquitetônico.</p>	<p>Mudança da Lei de Uso e Ocupação do Solo de Belo Horizonte, que iria diminuir os coeficientes de aproveitamento do terreno. Se fosse aprovado na nova lei, o empreendimento passaria de 1,7 de coeficiente para 1, inviabilizando o empreendimento.</p>	<p>Como consequência não se conseguiram melhorias voltadas à construtibilidade na elaboração dos projetos, promovendo falhas na qualidade dos mesmos perdendo-se a projeção adequada do que é necessário para a produção do produto obra.</p>	<p>INTERFACE PROJETO E LEGISLAÇÃO</p>	<p>EXTERNO</p>	<p>Mudar o modelo de coordenação de projetos, tido como tradicional, onde o arquiteto autor do projeto arquitetônico é o coordenador das demais disciplinas, para a coordenação que separa o "projetar" do "coordenar", por considerar as soluções tecnológicas e projetuais dos empreendimentos dispostos no trabalho complexas, necessitando de um profissional mais especializado.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.• Planejamento das etapas de projeto em sintonia com os tempos de execução dos processos construtivos.
2 <p>Esta obra não contempla um projeto detalhado ou executivo para a área externa do empreendimento.</p>	<p>Falha na definição do escopo quanto a etapa do projeto para execução da área externa. O escopo não contempla projeto de detalhamento para essa área. O sistema de gestão da construtora define um número reduzido de profissionais para atuar em cada processo e o coordenador de projetos ainda não conseguiu contratar um profissional para o desenvolvimento deste projeto e não dispõe de tempo para dedicação da confecção do projeto especificamente para esta área. As soluções são as mesmas utilizadas em obras similares e baseadas no memorial descritivo.</p>	<p>Gargalos e lacunas na produção, falhas na execução e planejamento, falhas nas decisões tomadas de maneira improvisada no canteiro de obras, superficialidade na análise do impacto e das consequências nas atividades seguintes, falhas no controle do projeto, falhas no cumprimento das metas pré-estabelecidas.</p>	<p>INTERFACE GERENCIAMENTO DE PROJETOS / DIRETORIA / DEFINIÇÕES PARA INCORPORAÇÃO</p>	<p>INTERNO</p>	<p>Introduzir no escopo dos demais empreendimentos um projeto executivo da área externa do empreendimento validando inclusive o memorial descritivo da incorporação. Tentar analisar os resultados de desempenho principalmente com relação ao planejamento da falta deste projeto e apontar as consequências que o mesmo trás para a empresa construtora.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos.• Definição de estratégias contratuais.• Identificação à níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais.• Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque.
3 <p>A execução do sistema de esgotamento sanitário e seus componentes estavam incompatíveis com relação ao projeto aprovado para a obra.</p>	<p>Falha no fluxo de informações entre os agentes envolvidos, falha no acompanhamento e avaliação do uso dos projetos no canteiro de obras.</p>	<p>Inconsistências no planejamento do produto ocasionadas pelas demais interferências na obra.</p>	<p>INTERFACE PROJETO E OBRA</p>	<p>INTERNO</p>	<p>Fomentar um número maior de reuniões para a preparação da obra, por etapas, quando próximo ao início da mesma, a fim de garantir que as informações contidas e validadas nos projetos sejam mantidas.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Identificação a níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais.• Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 01 - CVC						Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura	
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES		
4	Inadequação da filosofia do cálculo estrutural à experiência da construtora, aos demais parceiros projetistas da construtora e as particularidades do mercado mineiro quanto à fabricação de blocos e modos executivos.	Falha no processo de contratação e desenvolvimento de parcerias entre os agentes envolvidos. Falha na avaliação de desempenho e suas possíveis ações corretivas.	Atraso nas entregas dos projetos. Maior número de revisões das pranchas. Dificuldade de leitura do projeto (desenhos) pela equipe de obra. Insegurança dos encarregados quanto ao sistema utilizado de contraventamentos em vãos das alvenarias e execução dos negativos das lajes.	INTERFACE COORDENADOR E PROJETISTAS	INTERNO	Manter o projetista por mais empreendimentos para avaliação mais adequada quanto a qualidade dos desenhos, verificação de possíveis não conformidades de acomodação da estrutura e relação estrutura e instalações. Promover reuniões do projetista com os agentes da obra afim de validar e avaliar o desempenho dos projetos em campo. Maior rigor da avaliação dos projetistas, quanto a qualidade dos desenhos, cumprimento dos prazos, número de revisões, dentre outros e dispor na extranet para acompanhamento do projetista.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Modulação e padronizações. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Assegurar-se que os projetistas entendam a cultura construtiva da empresa. • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade. • Padronização de componentes e sistemas construtivos. • Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos.
5	O projetista da estrutura não verificou nova versão do projeto arquitetônico, acarretando retrabalho, atraso e aumento de custos.	Falha na coordenação do fluxo de informações entre os agentes intervenientes para o desenvolvimento das partes do projeto e deficiências de integração e de troca de informações entre os projetistas e a coordenação.	Erros na execução como demolição e recomposição da superestrutura do empreendimento, retrabalho, atraso no planejamento executivo, custos não orçados.	INTERFACE COORDENADOR E PROJETISTAS (GESTÃO DA INFORMAÇÃO)	INTERNO	Rever o sistema de informação buscando uma maior eficiência. Verificar falhas no treinamento do uso da extranet, afim de facilitar o controle das informações entre os membros da equipe de projetos, assim como melhorar sua agilidade no recebimento, avaliação e distribuição das informações.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade. • Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos.
6	Produtividade diminuída quando da execução das instalações nos pavimentos tipo.	Falha no estudo e na solução de projeto com relação à execução dos serviços. Falha na discussão do planejamento para execução dos serviços. Falha de comunicação entre coordenação de projetos e coordenação de obras.	Maior custo de material e revisão de projeto de instalações na parte elétrica das unidades alteradas. A execução contrariou uma padronização bem definida pelo projeto de compatibilização das alvenarias.	INTERFACE PROJETO E OBRA	INTERNO	Melhorar a comunicação entre os projetos e os agentes responsáveis pelas etapas construtivas, aumento o número de reuniões e treinamento a fim de sensibilizar e implementar as questões de padronização que promovam a melhoria da construtibilidade. Incluir no modelo de gestão do processo de projeto um plano de comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens. • Modulação e padronizações • Priorizar a utilização dos componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação. • Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque. • Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores. • Simplificação dos processos. • Padronização de componentes e sistemas construtivos. • Identificação à níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais. • Identificação de interfaces entre materiais e sistemas construtivos.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 01 - CVC						Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura	
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES		
7	Perda da qualidade da alvenaria devido à escassez de mão de obra qualificada.	A alteração do planejamento executivo da construtora com relação à antecipação dos lançamentos ocasionou a necessidade de terceirização da mão de obra para execução das alvenarias estruturais.	Diminuição da qualidade das alvenarias em termos visuais, de acabamento e produção. Necessidade de alteração do parâmetro de projeto, alterando a dimensão dos blocos (família de blocos alterada de 39 para 29).	INTERFACE PROJETO E OBRA	EXTERNO	Melhorar a integração da comunicação na interface projeto obra, melhorando o treinamento da mão de obra, e mais reuniões na obra, pois a terceirização da mão de obra não permite que todos os agentes participem da execução e dos parâmetros de projeto. Incluir como requisito de construtibilidade a definição da mão de obra. Validar com a Diretoria antes da execução.	<ul style="list-style-type: none"> • Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens. • Modulação e padronizações • Priorizar a utilização dos componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação. • Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores • Simplificação dos processos. • Padronização de componentes e sistemas construtivos.
8	Problemas na gestão das disciplinas dos projetos subsequentes e interligadas à execução da fundação.	Necessidade de reforços em mais de 10 % das estacas cravadas, ou seja, foram necessárias cravações de mais de uma estaca nos pontos de cargas da edificação.	À medida que se executa o projeto de fundações, as revisões são repassadas ao projetista estrutural, comprometendo o projeto das demais disciplinas, conseqüentemente o planejamento otimizado, e as boas práticas da construtibilidade.	EXECUÇÃO DA OBRA	INTERNO	Para esse tipo de fundação, apontar a complexidade deste material (estaca premoldada de concreto) e do seu elemento construtivo, a fim de prever um prazo maior para as soluções de projeto garantindo uma maior capacidade de análise das soluções técnicas e seu grau de solução global atingido. Definir no escopo do desenvolvimento dos projetos o sistema de produção da fundação.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos. • Identificação de interfaces entre materiais e sistemas construtivos. • Visão do empreendimento compartilhada. • Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos
9	Falhas na compatibilização do projeto estrutural com o projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico.	Disciplinas de projetos que precisam ser compatibilizadas com divergências e dificuldades com relação ao sistema construtivo predial de alvenaria estrutural autoportante.	O projeto emitido para aprovação junto ao corpo de bombeiros, segue dimensões de vãos em m ² suficientes para atendimento de instruções técnicas normativas, sem levar em conta a especificidade do projeto de alvenarias estruturais. Retrabalho dificuldades na gestão de risco da informação para o canteiro, demora nas decisões e validação das soluções de projeto propostos.	INTERFACE COORDENADOR E PROJETISTAS	INTERNO	Rigor nos parâmetros técnicos para os projetistas de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico, deixando claro na extranet e nas reuniões dos projetistas a importância da compreensão dos mesmos nos projetos para alvenarias estruturais. Verificar possibilidade de treinamento destes projetistas para integração dos conceitos dessa tipologia construtiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Modulação e padronizações. • Simplificação dos processos. • Padronização de componentes e sistemas construtivos. • Identificação de interfaces entre materiais e sistemas construtivos. • Visão do empreendimento compartilhada.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 01 - CVC						Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES	
10 Mudança na estratégia de produção das armações (ferragem) para as peças estruturais de concreto armado.	Falha na observância da demanda exclusiva para essa obra, com relação a programação de recursos de projeto frente as condições de lay out do canteiro e da mão de obra.	Retrabalho no armazenamento deste material. Custos não orçados, atraso no planejamento das atividades na obra.	INTERFACE PROJETO E OBRA	EXTERNO	Melhorar a identificação das atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto, especificamente àquelas voltadas à produção a fim de prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque.	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento e detalhamento das operações de arquitetura das instalações do canteiro. • Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 02 - CGP						Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura	
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES		
1	Alteração da tipologia da fundação profunda de um dos blocos do empreendimento.	Falha no fluxo do processo de projeto quanto à tomada de decisão por disciplina. Falha na identificação das atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto. Falha na estratégia construtiva utilizada ao desenvolver o projeto arquitetônico. Falha da análise da complexidade da sequência de operações no canteiro.	Atraso no prazo da obra para o desenvolvimento de análise e formulação da melhor estratégia construtiva a ser adotada. Retrabalho no desenvolvimento dos projetos de levantamento planialtimétrico, terraplenagem e na execução destas atividades em campo. Atrasos no cronograma físico, aumento do custo financeiro da obra. Interferência no planejamento e na programação dos processos para distribuição das atividades no tempo.	INTERFACE COORDENADOR E PROJETISTAS	INTERNO	<p>Ajustar fluxo do processo de projeto para que a disciplina fundações possa atuar estrategicamente na definição do projeto arquitetônico. Incluir no cronograma do processo projeto um prazo mais estendido para que eventualmente possa ser utilizado quando da tomada de decisão obtiver um caráter especial e que possa ser tomada com base na solução global atingida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.
2	Atividades programadas na sequência, posteriores e com vínculo início e término com a atividade fundação profunda, tiveram seu tempo de execução reduzidos afim de puxar a produção para atender ao cronograma da obra.	Falha na tomada de decisão com relação às restrições de projeto. Falha na interface entre as disciplinas. Falha na validação das soluções de projeto proposto quando da fase de anteprojecto.	Aumento de custo. Falha no planejamento otimizado da mão de obra e atraso na execução das atividades.	INTERFACE PROJETO E OBRA	INTERNO	<p>Redefinir o prazo para validação dos projetos executivos e de produção. Ter um maior controle de riscos e uma análise mais aprofundada quando o empreendimento apresentar características bem específicas quanto ao terreno natural e as necessidades de cargas da estrutura (exemplo: empreendimento com mais de 12 pavimentos). Implementar procedimento de análise de risco. Implantar procedimento de design review.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pensar na sequência lógica das aquisições e montagens. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade. • Definição de estratégias contratuais.
3	Falha na adequação da coordenação do processo projeto para ajustes do fluxo de informações entre os agentes envolvidos, devido às revisões para readequação das disciplinas no desenvolvimento do projeto.	Prazo reduzido para o detalhamento do produto e dos processos para a produção do empreendimento devido à mudança no projeto.	Todas as revisões geraram acréscimos nos valores dos contratos, desgastes entre os envolvidos nas disciplinas, comprometendo a relação do projeto com os agentes da produção da obra. Os projetos executivos e de produção foram finalizados em conjunto com o andamento da obra gerando retrabalho. Houveram não conformidades com concessão de desvios e aumento de custo e prazo.	INTERFACE COORDENADOR E PROJETISTAS	INTERNO	<p>Ações de gestão do conhecimento: registro do fato e intercâmbio de conhecimentos em todos os níveis de processos de projetos. Restringir a tomada de decisão de viabilidade do projeto com relação às características físicas dos terrenos e também com um número elevado de pavimentos por torre. Inserir essas restrições no formulário de registro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Definir estratégia para gestão de contratos, empreendendo a experiência anterior.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 02 - CGP						
PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES	Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura
4 Alteração no projeto estrutural da laje do primeiro pavimento: dimensões, formas, cargas e armações revistos.	Falha na análise das soluções técnicas com relação a solução global atingida.	Retrabalho na execução do projeto estrutural, pois ele teve que apresentar e detalhar o encaixe e a obra teve que promover obras na parte da laje pronta para contraventar à armação o seu prolongamento. Com a necessidade da revisão, ocorreram atrasos susceptíveis na programação já definida para a entrega total dos projetos.	INTERFACE PROJETO E OBRA	INTERNO	Contratação do projeto de cálculo, com a previsão de substituições, readequações e revisões oriundas da execução das fundações.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Modulação e padronizações. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade. • Definição de estratégias contratuais. • Visão do empreendimento compartilhada. • Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos.
5 Criação de área tipo caixão perdido (área construída que não poderá ser utilizada no empreendimento) e solução de contenção do solo do terreno que sofreu corte para adequação da construção.	Falhas nos processos dos problemas de 1 a 4.	Aumento do custo (área que não passará por uma reaprovação) e uma contenção do terreno que sofreu o corte não previsto que teve como solução parte em talude com sacaria em seu pé e parte em uma parede de mais de 12 metros de extensão por 3 metros de altura de arrimo de concreto armado.	INTERFACE PROJETO E OBRA	INTERNO	Diretrizes dos problemas 1 a 4.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.
6 Não foi realizada a prototipagem em escala 1 x 1 fora do empreendimento. O modelo foi realizado dentro de uma unidade habitacional em um dos blocos.	Falha e falta da validação dos projetos executivos.	Aumento do quantitativo de graute dentro das alvenarias estruturais, falhas no orçamento, falhas na programação de produção da mão de obra. Modificações nas especificações das larguras das portas prontas que ocasionaram falhas na programação dos suprimentos quando das substituições dos materiais e componentes envolvidos. Retrabalho para ajustar as dimensões no projeto de racionalização das alvenarias.	INTERFACE PROJETO E OBRA	INTERNO	Estabelecer um padrão para todas as obras, onde haja a necessidade de se estruturar todas as alvenarias, nos vãos da porta de entrada da unidade autônoma e dos banhos compreendam a porta com final 00, e demais ambientes com final 02.	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento das etapas de projeto em sintonia com os tempos de execução dos processos construtivos. • Identificação de restrições estéticas à construtibilidade. • Simplificação dos processos. • Padronização de componentes e sistemas construtivos.

PROBLEMAS CONSTRUTIBILIDADE - DIRETRIZES

OBRA 02 - CGP

PROBLEMA	CAUSA	CONSEQUENCIA	FATO GERADOR	FATOR	POSSÍVEIS DIRETRIZES	Possíveis diretrizes aplicáveis com base na literatura
<p>Diâmetros dos tubulões propostos em projeto incompatíveis para execução devido a dureza do solo.</p>	<p>Falha na identificação das restrições de projeto com relação à solicitação de um número reduzido de pontos de sondagem para análise da dureza do solo, que permitiria o estabelecimento de diretrizes e parâmetros técnicos para o projeto de fundações.</p>	<p>Realização de um projeto as built para reencaminhar para o consultor de solos e o projetista estrutural, recalcularem os eixos de excentricidade das cargas e o dimensionamento dos blocos e cintas. Com essa alteração o custo previsto em orçamento para essa atividade foi extrapolado devido ao acréscimo do volume de concreto, custo com a mão de obra e demais insumos inerentes à atividade e ainda o prazo para a execução dos mesmos.</p>	<p>INTERFACE PROJETO E OBRA</p>	<p>INTERNO</p>	<p>Reajustar fluxo do processo de projeto para separar em duas etapas a realização do relatório de sondagem. Um realizado para a viabilidade do empreendimento e idealização do produto. E outro para validar a etapa de definição do produto, mais especificamente para subsidiar os projetos para execução.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto. • Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos. • Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque. • Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos.

7

4.8 - PROPOSTA DE MEDIDAS PARA MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE COM BASE NO ESTUDO DE CASO

Como comentado, a tabela 7 acima apresentou uma síntese dos problemas de construtibilidade evidenciados nas obras, relacionando possíveis soluções específicas para os problemas encontrados, com base no referencial teórico estudado.

Além das possíveis soluções, foram relacionados aspectos e diretrizes de melhoria da construtibilidade relacionados na literatura e elencados no capítulo 2, referentes à revisão bibliográfica, e que poderiam ser aplicados à cada problema analisado, como comentado acima.

Uma questão adicional que poderia ser tratada, diz respeito a como transformar as diretrizes indicadas no quadro acima em procedimentos que poderiam ser incorporados à realidade da empresa, ou mesmo de outras empresas de médio porte com cultura construtiva similar, independentemente das particularidades das obras estudadas.

Ou seja, considera-se a possibilidade de propor procedimentos operacionais, visando o aumento da construtibilidade, procedimentos esses resultantes da análise conjunta de:

A. possíveis soluções para os problemas detectados, e

B. diretrizes gerais propostas na literatura.

Uma proposta de procedimentos necessitaria posterior validação, ou seja, seria necessário verificar a efetiva aplicabilidade nas etapas de projeto e produção da empresa, mas podem ser um primeiro passo que sirva como indício de que diretrizes gerais de construtibilidade, elencadas na literatura recente, são aplicáveis à realidade da empresa estudada e possivelmente de outras empresas com características similares.

Sugerir procedimentos se configuraria, portanto, como uma maneira preliminar, que necessitará posterior comprovação, de verificar que diretrizes propostas em contextos bastante distintos - obras muito mais industrializadas, em construções ainda mais

complexas, frequentemente em ambientes industriais, podem sim ser empregadas em empresas como a estudada.

No tabela 8 abaixo, que faz referência à tabela anterior, relacionam-se há diretrizes levantadas anteriormente (duas últimas colunas da tabela 7) e possíveis condutas práticas:

TABELA 7		
Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
Mudar o modelo de coordenação de projetos, tido como tradicional, onde o arquiteto autor do projeto arquitetônico é o coordenador das demais disciplinas, para a coordenação que separa o "projetar" do "coordenar", por considerar as soluções tecnológicas e projetuais dos empreendimentos dispostos no trabalho complexas, necessitando de um profissional mais experiente.	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Planejamento das etapas de projeto em sintonia com os tempos de execução dos processos construtivos.</p>	<p>Padronizar no requisito de entrada: o coordenador passa a ser o profissional contratado da empresa incorporadora e construtora e não o autor dos projetos.</p> <p>Alterar o Macrofluxo do processo de projeto, colocando a aprovação de projeto arquitetônico como atividade sucessora e vinculada à validação das etapas de idealização do produto, definição, análise crítica, formulação do projeto pelas disciplinas complementares, anteprojetos, executivos e detalhamentos.</p>
Introduzir no escopo dos demais empreendimentos um projeto executivo da área externa do empreendimento validando inclusive o memorial descritivo da incorporação. Tentar analisar os resultados de desempenho principalmente com relação ao planejamento da falta deste projeto e apontar as consequências que o mesmo trás para a empresa construtora.	<p>Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos.</p> <p>Definição de estratégias contratuais.</p> <p>Identificação à níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais.</p> <p>Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque</p>	<p>Criar e padronizar a disciplina “Executivo Externo” e contratar projetista para execução das áreas externas.</p> <p>Incluir disciplina no macrofluxo do processo de projeto na fase de desenvolvimento do produto.</p> <p>Promover uma reunião para registrar as entradas necessárias para esse projeto incluindo, especificação de materiais e planejamento das etapas executivas.</p>

TABELA 7

Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
<p>Fomentar um número maior de reuniões para a preparação da obra, por etapas, quando próximo ao início da mesma, a fim de garantir que as informações contidas e validadas nos projetos sejam mantidas.</p>	<p>Identificação dos níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p>	<p>Definir como padrão pelo menos 6 reuniões de coordenação envolvendo as principais disciplinas específicas para o projeto em desenvolvimento e os responsáveis pela execução da obra, divididas nas seguintes etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cronograma e diretrizes para definição do produto; 2. Validação do produto; 3. Compatibilização de anteprojetos; 4. Validação e início projetos executivos; 5. Validação e projetos para produção; 6. Validação dos projetos para produção e aprovação do projeto legal.
<p>Manter o projetista por mais empreendimentos para avaliação mais adequada quanto a qualidade dos desenhos, verificação de possíveis não conformidades de acomodação da estrutura e relação estrutura e instalações. Promover reuniões do projetista com os agentes da obra a fim de validar e avaliar o desempenho dos projetos em campo. Maior rigor da avaliação dos projetistas, quanto a qualidade dos desenhos, cumprimento dos prazos, número de revisões, dentre outros e dispor na extranet para acompanhamento do projetista.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Modulação e padronizações.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Assegurar-se que os projetistas entendem a cultura construtiva da empresa.</p> <p>Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.</p> <p>Padronização de componentes e sistemas construtivos.</p> <p>Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos.</p>	<p>Criar um manual do Colaborador, estabelecendo nele critérios de comunicação, especificações do projeto a se iniciar, os tipos de padronização já definidos pela empresa, assim como um detalhamento dos processos construtivos no início de cada empreendimento, separado por disciplina.</p> <p>Inserir no contrato com os projetistas e nas empresas terceirizadas que executarão as atividades penalidades e multas relativas a atrasos, descumprimento do Manual, respeito ao projeto definido e aprovado e aos procedimentos executivos da empresa.</p>

TABELA 7

Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
<p>Rever o sistema de informação buscando uma maior eficiência. Verificar falhas no treinamento do uso da extranet, afim de facilitar o controle das informações entre os membros da equipe de projetos, assim como melhorar sua agilidade no recebimento, avaliação e distribuição das informações.</p> <p>Melhorar a comunicação entre os projetos e os agentes responsáveis pelas etapas construtivas, aumento o número de reuniões e treinamento a fim de sensibilizar e implementar as questões de padronização que promovam a melhoria da construtibilidade. Incluir no modelo de gestão do processo de projeto um plano de comunicação.</p>	<p>Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.</p> <p>Confiança, comprometimento e comunicação dos agentes envolvidos.</p> <p>Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens.</p> <p>Modulação e padronizações</p> <p>Priorizar a utilização dos componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação.</p> <p>Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque.</p>	<p>Implementar ambiente colaborativo (extranet) que garanta a eficiência no processo de projeto como:</p> <p>a) mark up e anotações em projeto;</p> <p>b) filtro de informações e workflow, de foram que informações específicas cheguem a cada projetista.</p>
<p>Melhorar a integração da comunicação na interface projeto obra, melhorando o treinamento da mão de obra, e mais reuniões na obra, pois a terceirização da mão de obra não permite que todos os agentes participem da execução e dos parâmetros de projeto. Incluir como requisito de construtibilidade a definição da mão de obra. Validar com a Diretoria antes da execução.</p>	<p>Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens.</p> <p>Modulação e padronizações</p> <p>Priorizar a utilização dos componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação.</p> <p>Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores.</p> <p>Simplificação dos processos.</p> <p>Padronização de componentes e sistemas construtivos</p>	<p>Para pessoal contratado da empresa estudada, promover reuniões registros das saídas dos projetos com o gestor da obra, os mestres e encarregados, a fim de padronizar os processos e fomentar as decisões de projeto.</p>

TABELA 7

Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
<p>Para esse tipo de fundação, apontar a complexidade deste material (estaca premoldada de concreto) e do seu elemento construtivo, a fim de prever um prazo maior para as soluções de projeto garantindo uma maior capacidade de análise das soluções técnicas e seu grau de solução global atingido. Definir no escopo do desenvolvimento dos projetos o sistema de produção da fundação.</p> <p>Contratação do projeto de cálculo, com a previsibilidade de substituições, readaptações e revisões oriundas da execução das fundações.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Modulação e padronizações.</p> <p>Pensar na sequência lógica das aquisições e montagens.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos.</p> <p>Identificação de interfaces entre materiais e sistemas construtivos.</p> <p>Visão do empreendimento compartilhada.</p>	<p>Prever no contrato do projetista de estruturas, para esse tipo de fundação, pelo menos dois projetos para o mapa de cargas (eixo de excentricidade) e dimensional dos blocos rasos:</p> <p>Um com a alternativa sem quebra de estaca e outro, por região de esforço quando ocorrer até a quebra de 4 estacas reforçando o bloco.</p> <p>Justificativa: Essa possibilidade de aumento de carga e ajustes nos blocos de fundações por regiões não faria com que a obra tivesse que aguardar revisões no projeto para dar continuidade à atividade e assim o projetista não teria que aguardar o término da fundação e suas revisões de adequação para o fechamento completo do projeto estrutural.</p>
<p>Rigor nos parâmetros técnicos para os projetistas de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico, deixando claro na extranet nas reuniões dos projetistas a importância da compreensão dos mesmos nos projetos para alvenarias estruturais. Verificar possibilidade de treinamento destes projetistas para integração dos conceitos dessa tipologia construtiva.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Modulação e padronizações.</p> <p>Simplificação dos processos.</p> <p>Padronização de componentes e sistemas construtivos.</p> <p>Identificação de interfaces entre materiais e sistemas construtivos.</p> <p>Visão do empreendimento compartilhada.</p>	<p>Promover um treinamento dos projetistas responsáveis pelo projeto de PCIP, com o projetista responsável pelo lançamento da fiada e das elevações das alvenarias, a fim de compartilhar o raciocínio para a confecção as alvenarias levando em consideração as dimensões dos blocos e das famílias dos blocos a serem utilizadas na obra.</p>

TABELA 7

Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
<p>Melhorar a identificação das atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto, especificamente àquelas voltadas à produção a fim de prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque.</p>	<p>Planejamento e detalhamento das operações de arquitetura das instalações do canteiro.</p> <p>Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Priorizar a utilização de métodos construtivos inovadores.</p>	<p>Passa a ser padrão gerencial o acompanhamento das reuniões de coordenação de projetos por parte do engenheiro gestor das obras</p> <p>Padronizar para que o Gestor da obra acompanhe todas as reuniões do processo projeto.</p> <p>Para que o planejamento da obra seja realizado concomitantemente aos desenvolvimentos dos projetos e a orçamentação da obra, a fim de evitar perda de informações e valor quando da execução da obra.</p>
<p>Ajustar fluxo do processo de projeto para que a disciplina fundações possa atuar estrategicamente na definição do projeto arquitetônico. Incluir no cronograma do processo projeto um prazo mais entendido para que eventualmente possa ser utilizado quando da tomada de decisão obtiver um caráter especial e que possa ser tomada com base na solução global atingida.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.</p>	<p>Padronizar e alterar no macrofluxo de projetos a sequência de atividades de projeto para a disciplina “Fundações Profundas”.</p> <p>Incluir no formulário de viabilidade de terreno, os registros análise realizada da consultoria de fundações profundas.</p>
<p>Redefinir o prazo para validação dos projetos executivos e de produção. Ter um maior controle de riscos e uma análise mais aprofundada quando o empreendimento apresentar características bem específicas quanto ao terreno natural e as necessidades de cargas da estrutura (exemplo: empreendimento com mais de 12 pavimentos). Implementar procedimento de análise de risco. Implantar procedimento de design review.</p>	<p>Pensar na sequencia lógica das aquisições e montagens.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Utilizar ferramentas de revisão de construtibilidade.</p> <p>Definição de estratégias contratuais.</p>	<p>Inserir no formulário registro da viabilidade os pontos negativos das características do terreno com relação à tipologia construtiva da empresa. E principais problemas para edificações em alvenaria estrutural com um número elevado de pavimentos.</p> <p>Repassar à diretoria comercial os dados de análise crítica dos terrenos no que diz respeito às fundações e contenções</p>

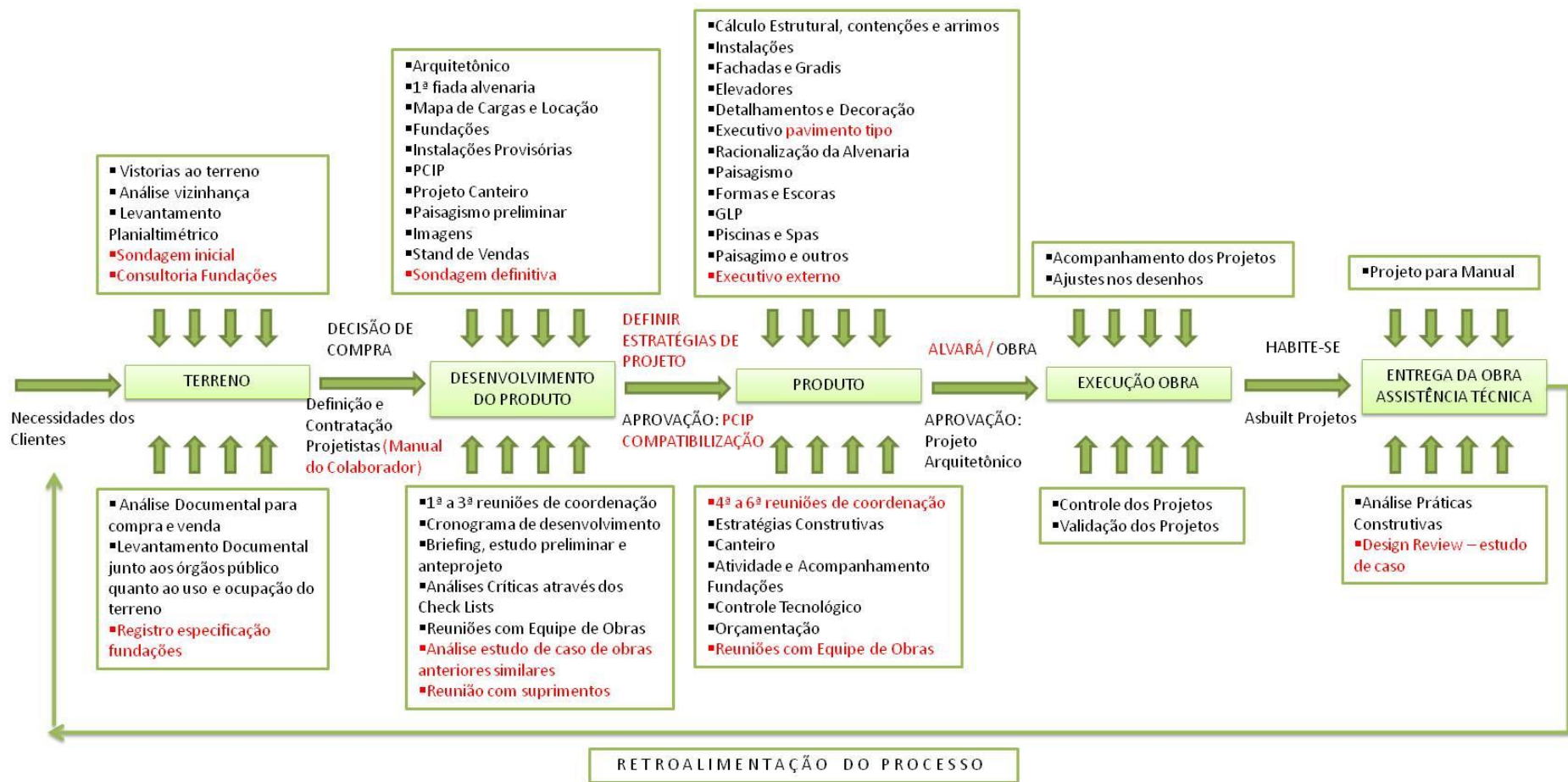
TABELA 7		
Possíveis Diretrizes	Diretrizes da Literatura	CONDUTAS PRÁTICAS
<p>Aprendizado: registro do fato e intercâmbio de conhecimentos em todos os níveis de processos de projetos. Restringir a tomada de decisão de viabilidade do terreno com relação às características físicas dos terrenos e também com um número elevado de pavimentos por torre. Inserir essas restrições no formulário de registro.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Definir estratégia para gestão de contratos, empreendendo a experiência anterior.</p>	<p>Realizar reunião de estudo de caso, com a análise dos projetos, com a cronologia dos fatos através de registros do processo projetos e diário de obras, com a Diretoria Comercial para exemplificar distorções entre o planejado e o realizado e o cronograma físico e financeiro da obra.</p>
<p>Estabelecer um padrão para todas as obras, onde haja a necessidade de se estruturar todas as alvenarias, utilizem nos vãos da porta de entrada da unidade autônoma e dos banhos compreendam a porta com final 0, e demais ambientes com final 02.</p>	<p>Planejamento das etapas de projeto em sintonia com os tempos de execução dos processos construtivos.</p> <p>Identificação de restrições estéticas à construtibilidade.</p> <p>Simplificação dos processos.</p> <p>Padronização de componentes e sistemas construtivos.</p>	<p>Promover reunião na validação da primeira fiada com os suprimentos e gestor da obra a fim de validar as especificações das portas.</p>
<p>Reajustar fluxo do processo de projeto para separar em duas etapas a realização do relatório de sondagem. Um realizado para a viabilidade do empreendimento e idealização do produto. E outro para validade a etapa de definição do produto, mais especificamente para subsidiar os projetos para execução.</p>	<p>Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto.</p> <p>Definir os processos construtivos nas fases iniciais dos projetos.</p> <p>Projeto para produção prever condições de transporte, acessibilidade e liberação de frente de ataque.</p> <p>Envolvimento do construtor e empreiteiros com a equipe de projetos.</p>	<p>Prever a contratação deste serviço nestas duas etapas. Reajustar prazos para atendimento desta nova padronização.</p>

Tabela 8 - Quadro condutas práticas.

Ainda que a hipótese necessite de posterior avaliação, levanta-se a possibilidade de que boa parte dessas medidas sejam aplicáveis a outras empresas com perfil semelhante em porte e construção em alvenaria estrutural.

A partir dos problemas detectados e das possíveis medidas a serem incorporadas ao processo de projeto e das medidas práticas supracitadas, sugere-se um novo fluxograma para as atividades de projeto, que é indicado na figura 39:

Figura 38 - Fluxograma Processo Projeto proposto após análise diretrizes e condutas práticas.



OBS1.: Na fase de Desenvolvimento de Produto todos os projetos são preliminares. Na fase de Produto projetos finais.
 OBS2.: PCIP – Projeto de Prevenção Combate ao Incêndio e Pânico.
 OBS3.: GLP – Projeto de Gás liquefeito de Petróleo.
 OBSE4.: Definir estratégias de projeto significa verificar a possibilidade de se trabalhar com duas opções de projeto estrutural, para que não haja um falha no prazo após a conclusão da fundação profunda.

4.9 - ASPECTOS COMPLEMENTARES

Embora não tenha sido ênfase ou foco desse trabalho a relação entre construtibilidade e os mecanismos de gestão dos empreendimentos, e em especial os sistemas de gestão da qualidade, particularmente o Sistema de Avaliação de Conformidade (SiAC), no âmbito do PBQP-H, algumas considerações podem ser feitas.

Trabalhos da literatura apontam para o fato de que a implementação de sistemas de gestão da qualidade permite que processos gerenciais e técnicos padronizados e submetidos a melhorias contínuas contribuam para a melhoria da construtibilidade, entendida em sentido amplo, bem como para que sejam introduzidas melhorias no campo da sustentabilidade (veja-se, por exemplo, Salgado, 2011).

Infelizmente, observa-se que várias empresas implementam tais sistemas visando a certificação, como requisito para outras finalidades comerciais. Em função disso, processos técnicos e gerenciais previstos nos sistemas de gestão da qualidade, e em particular os relacionados com o processo de projeto (item 7.3 do SiAC – Sistema de Avaliação de Conformidade) acabam tendo pouco impacto em melhoria das condições de construção. Outra questão que mereceria destaque, e que se observou na empresa objeto do estudo de caso, diz respeito ao papel dos coordenadores ou gerentes de projeto.

Ainda que as empresas progressivamente passem a dar maior importância à etapa de projeto como condicionante e determinante das condições de construtibilidade nos canteiros e, conseqüentemente, passem a valorizar mais a figura dos coordenadores de projeto, ainda há muito por se fazer.

Na prática, falta uma maior valorização desses profissionais, o que passa, entre outras coisas, pelo investimento em ferramentas e em qualificação de uma equipe de profissionais de suporte. Com frequência – como é o caso da empresa estudada – esses profissionais são sobrecarregados, tendo de coordenar os projetos de várias obras simultaneamente, cumprir os requisitos dos sistemas de gestão da qualidade e dar assistência às obras, isto em prazos exíguos.

Nesse ambiente de trabalho torna-se difícil criar métodos de trabalho e sistematizar os

conhecimentos de forma que as soluções de projeto impliquem em melhorias progressivas de construtibilidade de uma obra para outra.

A análise de outros empreendimentos da empresa, não relatados nesse trabalho, aponta para o fato de que um dos fatores dificultadores de melhorar a construtibilidade está na lógica de mercado que reduz os prazos de execução dos projetos, não havendo tempo hábil para que soluções otimizadas sejam condensadas.

O curto prazo para elaboração dos projetos é um dos fatores que faz com que haja várias revisões de projeto, que por sua vez impactam nos demais projetos, criando-se dependências complexas, que muitas vezes exigem que o coordenador de projetos passe a ser um compatibilizador, focado em questões específicas ao invés de preocupar-se com aspectos de planejamento e integração entre projeto e obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho pretendeu contribuir com o estudo de parâmetros de melhoria da construtibilidade em empresas construtoras de médio porte, com uma tipologia construtiva caracterizada pelo uso da alvenaria estrutural.

Os resultados parecem apontar para o fato de que os objetivos do trabalho foram alcançados.

Com efeito, pretendia-se contribuir para o entendimento, através de estudo de caso prospectivo, sobre como empresas construtoras “trabalham” questões associadas à implementação de medidas para melhoria da construtibilidade.

Como o conceito de construtibilidade é amplo e, como mencionado, não há consenso na literatura sobre todos os aspectos que abarca, esse estudo limitou-se à consideração de características de construtibilidade diretamente associadas ao processo de projeto e à coordenação do mesmo.

Nesse sentido, realizou-se um estudo de caso que teve três níveis de abrangência.

Em um primeiro momento, caracterizou-se a empresa estudada, do ponto de vista de porte, estrutura gerencial, características e contexto do mercado onde atua.

Em um segundo momento, por meio da análise de documentos, projetos e rotinas de obras foram determinados procedimentos e ações positivas quanto à construtibilidade e que fazem parte do processo de projeto e gerenciamento de obras da empresa estudada.

Em uma última etapa, foram caracterizadas duas obras e levantados problemas associados à questões de construtibilidade. O objetivo desse levantamento foi o de identificar como os problemas acontecem, e que questões de projeto são associadas à mecanismos de aumento ou diminuição da construtibilidade.

Por outro lado, a análise de possíveis soluções para os problemas detectados pode permitir uma verificação – ainda que em caráter preliminar – de como diretrizes apontadas na literatura podem ser aplicadas à realidade de obras como as mencionadas, no contexto empresarial identificado.

Esse aspecto merece destaque, já que buscou-se verificar em que medida diretrizes de construtibilidade identificadas em outros países, em obras bem mais industrializadas, e com frequência tendo como foco instalações industriais ou edificações mais complexas – podem ser associadas à realidade de uma empresa de médio porte.

Ou seja, em síntese o trabalho:

- a) fez um estudo prospectivo de rotinas que impactam positivamente no aumento da construtibilidade, no contexto da empresa estudada;
- b) desenvolveu um estudo também prospectivo sobre problemas de construtibilidade e suas causas;
- c) propôs contramedidas a esses problemas, relacionando-as com as diretrizes apresentadas na literatura, que possuem diferentes graus de abrangência e aplicabilidade ao contexto da tipologia construtiva estudada;
- d) sugeriu uma nova sequência de atividades para o processo de projeto da empresa, levantando-se a hipótese de que esse processo possa ser um primeiro norte que balize procedimentos que possam ser implementados em empresa com um perfil próximo ao da empresa estudada.

Desde uma perspectiva mais ampla, os problemas de execução nas obras decorrentes de falhas no processo de projeto parecem ter algumas causas mais ou menos comuns.

Vários problemas parecer ser decorrentes de não se considerarem as soluções técnicas – projetos para a produção e projetos da produção – nas etapas de concepção e detalhamento dos projetos -, o que corrobora o que foi comentado na literatura.

Além disso, problemas associados à perda de construtibilidade são por vezes associados a falhas no detalhamento do escopo das disciplinas de projeto, bem como no sequenciamento das atividades dessas disciplinas.

Constatou-se também que com frequência os problemas são decorrentes, em maior ou menor escala, segundo dos casos, de problemas de comunicação entre os projetistas ou entre a coordenação de projetos e as obras.

Por outro lado, como possíveis medidas para melhoria da construtibilidade na empresa estudada, alguns aspectos podem ser destacados:

- A. Mudança, adaptação do fluxo do processo de projeto que pode ser incorporado à realidade de empresas de construção civil similares;
- B. Elaboração de Cartilha de fornecedores de projetos, contendo expectativas da organização e específicas para o projeto em desenvolvimento;
- C. A importância das parcerias entre construtora e projetistas e o tempo de relacionamento são fatores que interverem diretamente no processo de projeto, com relação à cultura construtiva e ao fluxo de informações;
- D. A necessidade da tomada de decisão na etapa inicial de concepção dos empreendimentos, para evitar retrabalhos, gargalhos na produção, dentre outros entraves com relação à diretrizes da construtibilidade;
- E. A dissociação do papel do coordenador com relação a autoria do projeto arquitetônico para empreendimentos similares e também a qualquer outro cargo exercido pela coordenação.
- F. A necessidade do diagnóstico em todas as empresas com relação à rotinas dos vários processos que envolvem o projeto x obra com relação ao que preconiza as diretrizes da construtibilidade com base nas referências sobre o tema.

Em função do referencial teórico pesquisado, percebe-se que essa empresa pratica gestão da construtibilidade. Nesse sentido problemas indicados pelos estudos de casos não invalidam a gestão de construtibilidade praticada pela empresa. A pretensão foi a de relatar experiências que apontem para um aprimoramento do sistema de gestão da construtibilidade.

O uso ótimo destes conceitos e sua verdadeira eficácia são questões contínuas, que devem ser replicadas e entendidas de forma a se perpetuarem dentro da empresa. Essa gestão ainda não consegue extinguir qualquer tipo de retrabalho e sim consegue melhorar suas respostas e as estratégias adotadas nas situações crises de tomadas de decisões.

Fica também patente a necessidade de serem introduzidos mecanismos que permitam que a correção dos problemas de construtibilidade sejam efetivamente incorporados às rotinas de gestão da empresa, por meio de mecanismos de revisão de padrões técnicos e apropriação das experiências adquiridas em cada novo empreendimento.

As dificuldades associadas à multidisciplinaridade dos projetos e suas especializações e os interesses limitados a cada projeto dificultam a análise ampla do empreendimento em termos construtivos. Muitos projetistas parceiros não têm o interesse e estão sobrecarregados, fazendo com que o interesse na melhora de seus projetos fique em segundo plano.

O estudo de caso apresentado mostra que existe uma preocupação sistemática com a melhoria da construtibilidade, o que passa por análises como a que foi esboçada nesse trabalho, nos quais problemas associados à concepção dos empreendimentos são identificados, seus impactos levantados e podem ser sugeridas contramedidas que serão incorporadas ao sistema de gestão dos empreendimentos.

Nesse sentido, torna-se fundamental a inserção de diretrizes de melhoria da construtibilidade no sistema de gestão da qualidade (na empresa) e nos planos de qualidade das obras (nos canteiros), o que dará margem a outros temas de pesquisa e de estudo nos meios acadêmicos e de mercado.

Para trabalhos futuros, verificar a possibilidade do uso de BIM, que impactaria na elaboração dos projetos para a produção, como um otimizado *design review*, onde mecanismos poderiam ser implementados para compatibilizar a lógica de mercado – de lançar o quanto antes – com uma adequada realização dos projetos, ou ainda em que medida as conclusões do trabalho são aplicadas á realidade de outras empresas.

Outra questão a ser trabalhada é a validação e ou o acompanhamento das medidas propostas nas condutas práticas e a forma com que as mesmas impactaram o processo de projeto. E ainda se o novo fluxograma do processo projeto se viabiliza e se adéqua à realidade da empresa ou de empresas similares.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT Elaboração de Projeto de Edificações: Atividades Técnicas // NBR 13531. - Rio de Janeiro : Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.

ABNT Retrofit // Associação Brasileira de Normas Técnicas. - Rio de Janeiro : [s.n.], 2000.

ABNT NBR ISO 9000/2008 – Sistema de Gestão da qualidade: Fundamentos e Vocabulário.. - Rio de Janeiro : Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

ADAMS S. Practical buildability. - London : Butterworths, 1989.

AGOYAN V. . Reciclagem: Minas de Entulho. [Artigo] / ed. Construção Téchn. Revista de Tecnologia da. - São Paulo : [s.n.], 1995. - 5 : Vol. 3. - pp. 15-19.

ALARCON I.F. e MARCONDES D.A. Improving the design-construction interface. - Guarujá : Proceedings IGLC, 1998.

AMANCIO R. C. A. Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura: estudos de casos em Curitiba - PR. - Curitiba : [s.n.], 2010. - p. 213.

ANDERSON S.D, FISCHER D.J e RAHMAN S.P. Inegrating constructability into project development: a process approach [Online] // Journal of Construction Engineering and Management / ed. ASCE. - 2000. - 126. - 03 de junho de 2011. - <http://cedb.asce.org/>. - 2.

ANDERY P e ARANTES E.M. Gestão de projetos na construção civil: uma visão introdutória [Online] // Departamento de Engenharia de Materiais de Cosntrução da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. - Agosto de 2008. - quatro de junho de 2011. - <http://www.demc.ufmg.br/gestao/>.

ARANTES E. M. [et al.] Considerações sobre a valorização dos projetos nas práticas de mercado [Artigo] // Construindo. - 2010. - Vol. 2. - pp. 14-18.

ARCHIBALD R.D. Program Planning and Control, Science, Technology and Management // Workshop I: The Proceedings of the National Advanced - Technology Management Conference / ed. Rosenweig Fremont E. Kast and James E.. - Seattle : McGraw-Hill, 4-7 de September de 1963. - pp. 342-344.

ASCE Construction Related Documents Full Set [Online]. - American Society of Civil Engineers, 1991-2000. - 01 de 08 de 2011. - <http://www.asce.org/Books-and-Journals/Contract-Documents/>.

BALLARD G. e HOWELL G. Competing construction management paradigms [Online] // Lean Construction Journal. - Outubro de 2004. - 2011 de agosto de 18. - <http://www.leanconstruction.org/>.

BANWELL H. The Placing and Management of Contracts for Building and Civil Engineering Work. - London : HMSO, 1964.

BEMBASAT I., GOLDSTEIN D.K. e MEAD M. The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. - [s.l.] : MIS Quarterly (11:3), 1987. - pp. 369-386.

BOYCE W.J. Project Management: a reference of professionals [Online] / ed. Kimmons R.L e Loweree J.H.. - Marcel Dekker, INC, Nova York, 1989. - 14 de maio de 2011. - <http://books.google.com.br>.

CASSAROTTO F.N. Gerência de Projetos // Engenharia Simultânea. - São Paulo : Atlas, 1999. - p. 173.

CHAN D.W. [et al.] A compendium of buildability issues from the viewpoints of construction practitioners. - [s.l.] : Architectural Science review, março de 2006. - 1. - Vol. 49. - p. 81.

CII Constructability concept file // Construction Industry Institute / ed. Texas University of. - Austin : [s.n.], 1987.

CIIA Constructability Principles File // Construction Industry Institute Australia. - [s.l.] : Adelaide SA, 1993. - 1.

CIRC Construct for Excellence: Report of the Construction Industry Review Committee // Construction Industry Review Committee. - Hong Kong : CIRC, 2001.

CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION Buildability: An Assessment [Conferência] // Special Publication. - 1983. - p. 26.

COUTINHO C. P. e CHAVES J. H. O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal / ed. Minho Universidade do. - [s.l.] : Revista Portuguesa de Educação, 2002. - pp. 221-243.

DUARTE T.M.P. e SALGADO M.S. O projeto executivo de arquitetura como ferramenta para o controle de qualidade na obra [Online] // In: IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. - ANTAC/UNIOESTE/UEL/UEM/UFPR, setembro de 2002. - Foz do Iguaçu. - 05 de setembro de 2011. - <http://www.infohab.org.br>.

EGAN J. Rethinking Construction: The Report of the Construction Task Force to the Deputy Prime Minister, John Prescott // On the Scope for Improving the Quality and Efficiency of UK Construction,. - London : Dept. of the Environment, Transport and the Regions, 1998.

EMMERSON H. Survey of Problems Before the Construction Industry. // Ministry of Works. - London : [s.n.], 1962.

FABRÍCIO M. M. e MELHADO S. B. Por um processo de projeto simultâneo // In: II Worksho Nacional: Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. - Porto Alegre : [s.n.], 2002.

FABRÍCIO M. M. e MELHADO S.B. A Importância do Estabelecimento de Parcerias Construtora-Projetistas Para A Qualidade Na Construção de Edifícios. // In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. - Florianópolis : ENTAC 98, 1998. - 7. - Vol. 2. - pp. 453-459. - Qualidade no Processo Construtivo: anais..

FABRÍCIO M.M Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios [Livro] / ed. Civil Programa de Pós Graduação em Engenharia. - São Paulo : Universidade de São Paulo, 2002. - p. 350. - Tese de Doutorado em Engenharia.

FARROQUI R.U e ASMED S.M. Managing the design process in design-build projects. - [s.l.] : Department of Construction Management, 2008.

FERGUSON I. Buildability in Practice [Online] / ed. London Mitchell Publishing -. - 1989. - 2011 de abril de 11. - <http://books.google.com>.

FOX S., MARSH L. e COCKERHAM G. Constructability rules: guidelines for successful application to bespoke buildings. - [s.l.] : Construction Management and Economics, 2002. - Vol. 20. - pp. 689-696.

FRANCIS V.E. [et al.] Constructability strategy for improved project performance // .. - [s.l.] : Architectural Science Review, 1999. - Vol. 42. - pp. 133-138.

GOBIN C Le cycle conception-construction-maintenance, la démarche pro-active, une méthodologie reproductible à d'autres opérations [Artigo] // La gestion de projet dans la construction – enjeux, organisation, méthodes et métiers. / ed. In: BOBROFF J. (ORG.). - Paris : École Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. - pp. 67-82.

GRAHAM W e BIRD C. Benchmarking on-site productivity in France on the UK.. - [s.l.] : A CALIBRE approach Construction Management and Economics, 2001. - 6. - Vol. 19. - pp. 577-590.

GRIFFITH A. e SIDWELL T. Constructability in building and engineering projects. - London : Macmillan, 1995.

GRILO L. M. [et al.] International building design management: results from a case study in São Paulo - SP., 2 [Artigo] // Designing Value: New Directions in Architectural Management / ed. Conference In:CIB W096. - Copenhagen : [s.n.], 2005.

HUOVILA P., KOSKELA L. e LAUTANALA M. Fast or concurrent: the art of getting construction improved. // Lean Construction. - Santiago : [s.n.], 1994. - pp. 143-160.

JERGEAS G. e PUT J.V.D. Benefits of constructability on construction projects. - [s.l.] : Journal of Construction Engineering and Management, 2011. - 4. - Vol. 127. - pp. 281-90.

JOHNSON D.W., JOHNSON R.T. e SMITH K.A. Active learning: Cooperation in the college classroom [Livro] / ed. Edina. - [s.l.] : MN: Interaction Book Company, 1998.

KARTAM N. [et al.] Artificial neural networks for civil engineers: Fundamentals and applications. - [s.l.] : The Society (New York), 1997. - XV. - p. 216. - ISBN 0784402256.

KERRIDGE A.E Plan for constructability [Livro]. - Londres : hydrocarbon Processing, 1993. - Vol. 72 : 1 : p. 35.

KOSKELA L. Application of the new production philosophy to construction. // (Technical Report, n.72). - Stanford : Stanford University/CIFE, 1992.

KUMAR A., TANG L.C.M. e ZOU R.R. Assesment of buildability information by a Bayesian-based evaluation model [Artigo] // Proceedings Architectural Management in the Digital Arena. - Viena : CIB-W096, 2011.

LAM P.T.I. [et al.] A dcheme design buildability assessment model for building projects - Construction Innovation / ed. University Department of Building and Real Estate - The Hong Kong Polytechnic. - Hong Kong : Emerald Group Publishing Limited, 2012. - 2. - Vol. 12. - pp. 216-238.

LAM P.T.I. e WONG F.W.H. A comparative study of buildability perspectives between clients, consultants and contractors // Departamento of Building and Real Estate / ed. [Http://www.emeraldinsigt.com](http://www.emeraldinsigt.com) Journal is Available at. - Hong Kong : The Hong, Kong Polytechnic University, 2011.

LAM P.T.I., WONG F.W.H. e CHAN A.P.C. Contributions of designers to improving buildability and constructability [Online] / ed. Studies Design. - julho de 2006. - 02 de maio de 2011. - <http://www.sciencedirect.com/>.

LOVE P e GUNASEKANAM A. Towards Concurrency and Integration in the Construction Industry // Proceedings of the Third International Conference on Concurrent Engineering. - Toronto : [s.n.], August de 1996. - pp. 26-29.

LUKIANCHUKI M. A. [et al.] Industrialização da construção no Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS). A construção dos hospitais da Rede Sarah: uma tecnologia diferenciada através do Centro de Tecnologiada Rede Sarah CTRS [Livro]. - São Paulo : Arqtextos, 2011. - Vol. 12 : p. 134.

MA T., LAM P.T.I. e CHAN A. A study into the barriers to the implementation of constructability in relation to project procurement process // Proceedings of 1st International Structural Engineering & Construction Conference. - Honolulu : [s.n.], 2001.

MACIEL L.L O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada [Artigo] // Dissertação (Mestrado) / ed. Politécnica Escola. - São Paulo : Universidade de São Paulo, 1997.

MAGES - MANUAL DE GESTÃO DA ENGENHARIA Implementação de Empreendimentos. - Rio de Janeiro : Engenharia da Petrobras, 2004. - Vol. 2.

MARQUES G.A.C. O projeto na engenharia civil // Dissertação (Mestrado). - São Paulo : Escola Politécnica, Universidade de São Paulo., 1979.

MCGEORGE D., CHEN S.E. e OSTWALD M.J. The development of a conceptual model of buildability which identifies user satisfaction as a major objective // CIB Conference,. - Rotterdam : [s.n.], 1992. - 2.

MELHADO S.B. [et al.] The building design process in the context of different countries [Artigo] // In: Architectural Management in the Digital Arena / ed. Vienna Proceedings of CIB-W096 2011. - Viena : Eindhoven : University Press, Eindhoven University of Technology (TU/e), 2011. - pp. 241-255.

MELHADO S.B. A Qualidade Através da Integração Entre Projeto e Obra Nos Empreendimentos Habitacionais [Artigo] // In: SEMINÁRIO O GERENCIAMENTO VERSUS DESPERDÍCIO. - São Paulo : [s.n.], 1995. - O GERENCIAMENTO VERSUS DESPERDÍCIO : Vol. Único. - pp. 69-78.

MELHADO S.B. A qualidade na construção de edifícios e o tratamento das interfaces entre os sistemas de gestão dos diversos agentes // In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. - Salvador : ENTAC 2000: anais (CD+ROM), agosto de 2000.

MELHADO S.B. e VIOLANI M.A.F. Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios [Relatório] : Relatório Técnico EPUSP/LIX CUNHA - n.20067. - São Paulo : USP - Universidade de São Paulo, 1992.

MELHADO S.B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção [Online] / ed. Urbana Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e / prod. Paulo Universidade de São. - Tese (Doutorado em Engenharia), 1994. - 04 de abril de 2011. - <http://www.pcc.usp.br/silviobm/>. - 294 f.

MOKHTAR A. e al et. Malaysian Customer Satisfaction Index.. - [s.l.] : TQM World Congress, 2001.

MORAIS F.R.G. Contribuição ao estudo da concepção de projetos de capital em mega empreendimentos [Artigo] // Dissertação (Mestrado em Construção Civil) / ed. Gerais UFMG - Universidade Federal de Minas. - 2010. - p. 196.

MOTSA N., OLADAPO A. A. e OTMAN A. A. E. The benefits of using constructability during the design process [Online] / ed. State Bloemfontein: CIDB/University of the Free. - maio de 2008. - 5 de junho de 2012. - <http://www.cib2007.com>.

NIMA M.A., ABDUL-KADIR M.R e JAAFAR M.S. Evaluation of the engineer's personnel's role in enhancing the project constructability [Online] // Facilities. - 1999. - v.17, n.11. - 13 de abril de 2011. - <http://www.emeraldinsight.com>.

NIMA M.A., ABDUL-KADIR M.R. e JAAFAR M.S. Evaluation of the role of the contractor's personnel in enhancing the project constructability. - [s.l.] : Facilities, 2001b. - 11. - Vol. 17. - pp. 423-430.

NOVAES C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios // In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. - São Carlos : USP - São Carlos, 2001.

OLIVEIRA L. A., MAIZIA MINDJID e MELHADO S.B. O desenvolvimento integrado de um projeto de renovação de fachadas: estudo de um caso Francês.. - [s.l.] : Gestão & Tecnologia de Projetos, 2008. - Vol. 3. - pp. 100-120.

OLIVEIRA O. J., FABRÍCIO M. M. e MELHADO S.B. Improvement of the design process in the building construction // In: CIB 2004 Triennial World Building Congress, 2004, Toronto. Proceedings of CIB 2004 Triennial World Building Congress.. - Toronto : Institute for Research in Construction - National Research Council Canada, 2004.

OLIVEIRA R.R. Sistematização e listagem de fatores que afetam a construtibilidade // In: 5th International seminar on structural masonry for developing countries. - Florianópolis : [s.n.], 1994.

PBQP-H Referencial Normativo Nível A do SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil. // Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat / comp. Cidades Ministério das. - Brasília : [s.n.], março de 2005. - Anexo III.

POH P.S.H. e CHEN J. The Singapore buildable design appraisal system: a preliminary review of the relationship between buildability. - [s.l.] : Site productivity and cost Construction Management and Economics, 1998. - 6. - Vol. 16. - pp. 681-692.

PONTE J.P. Estudos de caso em educação matemática.. - [s.l.] : Bolema, 2006. - 25. - pp. 105-132.

RIBEIRO S.G. Metodologia para validação de projetos baseada na análise de construtibilidade // Dissertação (Mestrado em Construção Civil) / ed. UFF. - Niterói : Departamento de Construção Civil, 2005. - p. 167.

RICS The Royal Institute of Chartered Surveyors [Online]. - 2000. - 19 de maio de 2011. - <http://www.garnersouthall.co.uk/RICS2000.htm>.

RODRIGUES M.B. Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas // Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). - Porto Alegre : UFRGS, 2005. - p. 186.

RODRIGUEZ M.A.A e HEINECK L.F.M A construtibilidade no processo de projeto de edificações. - São Carlos : UFSCar, 9 de setembro de 2003. - III Sibragec - Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção.

RUSSEL J.S., SWUINGGUM K.E e SHAPIRO J.M. and ALAYDRUS, A.F. Constructability related to TQM, value engineering, and cost/benefits [Livro] / ed. Facilities Journal of Performance of constructed. - 1994. - Vol. 8 : 1 : pp. 31-45.

SAFFARO F.A., SANTOS D.G. e HEINECK L.F. Uma proposta para a classificação de decisões voltadas a melhoria da construtibilidade [Online] / ed. Florianópolis In:

XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção -. - 2004. - 24. - 12 de junho de 2011. - <https://www.infohobo.org.br>.

SANTOS D.G. e AMARAL T.G. Construtibilidade dos projetos em alvenaria estrutural // In: Workshop Nacional da Gestão do Projeto de Projeto na Construção de Edifícios. - São Carlos : USP - São Carlos, 2001. - p. 187.

SILVA C. E. S. e GUIMARÃES S. M. A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil Disponível em: [Online] / prod. PRODUÇÃO In: XIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE. - Unesp - Bauru, 2006. - 12 de maio de 2011. - <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>. - 13.

SILVA E.L. e MENEZES E.M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. - Florianópolis : Departamento de Ciência da Informação da UFSC, 2001.

SILVA M. A. C Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com emprego do conceito de custos ao longo da vida útil // Tese (Doutorado). - São Paulo : Escola Politécnica da USP, 1996.

SLACK N. e al et Administração da produção. - São Paulo : Atlas, 1997. - 3. - Vol. 1. - p. 726.

SOUZA A. L. R., BARROS M. M. S. B. e MELHADO S.B. Qualidade, Projetos e Inovação Na Construção Civil [Artigo] // In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído / ed. anais ENTAC: 1995. - Rio de Janeiro : [s.n.], junho de 1995. - Vol. 1. - pp. 243-248.

TAN R.R. e LU Y.G. On the quality of construction engineering design projects: criteria and impacting fatores [Livro]. - [s.l.] : International Journal of Quality & Reliability Management, 1995. - Vol. 12 : 5 : pp. 18-37.

TAVISTOCK Communications in the building industry: the report of a pilot study. - UK : The Tavistock Institute of Human Relations Publications, 1965.

THOMSON D.S., AUSTIN, S.A., DEVINE-WRIGHT, H. e MILLS G.R. Managing value and quality in design Building Research and Information. - 2003. - Vol. 5. - pp. 334-345.

TRIGUNARSYAH B Project owners' role in improving constructability of construction projects: an example analysis for Indonesia. - [s.l.] : Construction Management and Economics, 2004b. - 8. - Vol. 22. - pp. 861-876.

TRIGUNARSYAH B. Constructability practices among construction contractors in Indonesia. - [s.l.] : Journal of Construction Engineering and Management, 2004a. - 5. - Vol. 130. - pp. 656-669.

TZORTSOPOULUS P. Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte // Dissertação (Mestrado em Engenharia) / ed. Civil Departamento de Engenharia. - Porto Alegre : UFRGS, 1999. - p. 150.

UHLIK F.T. e LORES G.V. Assessment of constructability practices among general contractors. - [s.l.] : Journal of Architectural Engineering, 1998. - 4. - Vol. 23. - pp. 29-38.

ULRICH H. e SACOMANO J.B O processo de projeto na busca da qualidade e produtividade // IN: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO. - Recife : [s.n.], 1999. - Vol. 1. - p. 34. - Artigo Técnico.

WONG F.W., LAM P.T.I. e CHAN E.H.W. Factors affecting buildability of building designs [Online] / prod. Engineering Canadian Journal of Civil. - 2006. - 33. - 13 de junho de 2011. - <http://www.direct.bl.uk/bld/placeorder.do..> - 7.

WONG F.W.H. [et al.] A study of measures to improve constructability [Online] // International Journal of Quality & Reability Management. - 2005. - 04 de maio de 2011. - www.emeraldinsight.com.

WONG F.W.H. [et al.] Improving buildability in Hong Kong – the practitioners' views // Proceeding of ICCPM 2004, Nanyang Technological University and Building and Construction Authority. - Singapore : [s.n.], 4-5 de March de 2004a.

ZEILER W. e SAVANOVIC P. & QUANJEL, E.M.C.J. Morphological prescriptive reflection overview in building design / comp. (TMCE) Proceedings of the 7th Conference on Tools and Methods of Competitive Engineering / ed. Tecnology Delf University of. - Izmir : Horvath & z. Rusak, abril de 2008. - pp. 991-1004.