



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE MEDIDAS PARA A MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE NO PROCESSO DE PROJETO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

**BARBOSA, Patricia (1); ANDERY, Paulo (2)**

(1) Instituto Metodista Izabela Hendrix, e-mail: [patricia.arquiteta@gmail.com](mailto:patricia.arquiteta@gmail.com) (2) Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da UFMG, e-mail: [pandery@ufmg.br](mailto:pandery@ufmg.br)

### RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso exploratório voltado ao estudo de medidas para melhoria da construtibilidade na etapa de projetos em empresa construtora de médio porte. Os procedimentos metodológicos são brevemente delineados. O trabalho analisa em que medida diretrizes para melhoria da construtibilidade são adotadas na etapa de projeto de edifícios residenciais. O processo de projeto é mapeado, ressaltando os aspectos de construtibilidade, e como podem ser comparados às diretrizes ressaltadas na literatura internacional. Os resultados apontam para o papel fundamental da coordenação de projetos no sentido de implementar uma cultura de colaboração, desdobrada no envolvimento os profissionais dos canteiros de obra na etapa de projeto, na construção de parcerias com escritórios de projeto e na reestruturação do processo de projeto.

**Palavras-chave:** construtibilidade, processo de projeto, integração projeto - obra

### ABSTRACT

*The present research work presents a case study concerned with constructability issues at design phase on medium sized building construction company. The methodological research steps are briefly outlined. The paper focuses in which extent constructability measures are adopted in the design management process of residential buildings. A design process workflow is outlined, highlighting constructability actions, and how they can be compared with guidelines pointed out in the international literature concerned with design constructability problems. The results point out that the role of design coordinator is seminal in order to implement a collaboration culture, deployed on site engineers involvement at design phase, partnership development with design offices and reengineering of design management processes.*

**Keywords:** *constructability, design management, design – construction integration.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os conceitos associados à construtibilidade são polifacetados, até porque não existe um entendimento unânime sobre sua definição. São relativamente poucas pesquisas no Brasil promovem um diagnóstico de problemas de construtibilidade em obras de edificações prediais, ou verificam se critérios e diretrizes para melhoria da construtibilidade, apresentados na literatura internacional, são aplicáveis à realidade de obras habitacionais no Brasil, que apresentam dinâmicas diferentes em termos de

desenvolvimento imobiliário, industrialização, tecnologias e processo de projeto (WONG, 2011).

É nesse contexto que o presente trabalho apresenta os resultados de um projeto de pesquisa já concluído, que estabelece um diagnóstico sobre problemas de construtibilidade na construção de edifícios residenciais em alvenaria estrutural produzidos por empresas construtoras de pequeno e médio porte. O artigo enfoca a parte inicial do projeto de pesquisa, que tem o objetivo de identificar ações associadas à melhoria da construtibilidade no processo de projeto de empresa construtora de médio porte. Os fatores indutores de construtibilidade identificados são comparados aos relatados na literatura internacional.

Configura-se, portanto, como um estudo exploratório, que possibilitou posteriormente a proposição e implementação de ações para melhoria da construtibilidade, a partir do levantamento de problemas específicos, conforme relatado em Barbosa e Andery (2013)

Por razões de brevidade, não é discutido o referencial teórico adotado, e que é detalhadamente apresentado em Barbosa e Andery (2013). De maneira sintética, o trabalho parte da noção de construtibilidade conforme apresentado por Wong, et al (2005), para quem o conceito é apresentado de maneira demasiadamente ampla na literatura recente, e sugere que medidas associadas ao processo de projeto das edificações configurem um aspecto específico dos problemas de construtibilidade. Nessa linha de raciocínio, Rodriguez e Heineck (2003), indicaram critérios de melhoria de construtibilidade que podem ser adotados na etapa de projeto, destacando a necessária integração entre projeto e obra. Nessa direção Mydin et al. (2011) sugerem que a introdução de conceitos de engenharia simultânea induz a melhoria da construtibilidade na etapa de projeto. Amancio (2010), apresenta uma interessante compilação de diretrizes para melhoria da construtibilidade, ainda que não sejam identificadas medidas específicas que possam ser adotadas na construção habitacional, que apresenta características distintas das obras industriais, que foram objeto de parte dos estudos apresentados.

Mais recentemente estudos associados à melhoria da construtibilidade na fase de concepção de projeto das edificações têm concentrado sua atenção na determinação de modelos para avaliação da construtibilidade, com estudos com objeto similar ao do presente trabalho Lam et al (2011), bem como no estudo de mecanismos de gestão do conhecimento na etapa de projeto, tendo em vista a criação de uma cultura de melhoria permanente da construtibilidade em Pulaski e Horman (2009).

Nesse contexto, apresenta-se brevemente, na sequência, o método de pesquisa para, posteriormente, apresentar o estudo de caso exploratório objetivando identificar em que medida medidas para melhoria da construtibilidade propostas na literatura são encontradas no processo de projeto de construtoras de pequeno e médio porte.

## **2 METODOLOGIA**

O método da pesquisa é detalhadamente descrito em Barbosa e Andery (2013). Sinteticamente, seguiu os seguintes passos: a) revisão bibliográfica para elaboração de um referencial teórico identificando conceitos de construtibilidade e fatores de melhoria da construtibilidade em empreendimentos de edificações, particularmente na etapa de projeto; b) planejamento dos estudos de caso, com a criação de um protocolo de observação dos processos de projeto e execução dos empreendimentos; c) seleção da empresa a ser estudada e identificação dos empreendimentos objeto dos estudos de caso

múltiplo; d) identificação das fontes de evidências; e) caracterização da empresa estudada; f) análise do processo de projeto da empresa; g) identificação de fatores facilitadores e dificultadores da construtibilidade na etapa de projeto, tendo como referência a revisão bibliográfica; h) identificação dos problemas de construtibilidade associados ao processo de projeto nos empreendimentos selecionados; i) compilação e análise dos dados; j) identificação de problemas de construtibilidade e medidas possíveis; k) elaboração de diretrizes, comparando o referencial teórico com o processo de projeto identificado; l) proposição de workflow para o processo de projeto.

Na etapa da pesquisa objeto desse artigo, um estudo diagnóstico de medidas associadas à melhoria de construtibilidade nas rotinas de projeto da empresa, foram usadas como fontes de evidências para a análise padrões operacionais identificando rotinas de trabalho no processo de projeto, toda a documentação associada aos empreendimentos objeto do estudo de caso, incluindo projetos, memoriais, especificações, atas de reunião, etc. Além disso, foram acompanhadas rotinas de trabalho nas obras, diariamente, durante 24 meses, com registro documental dos problemas associados a projetos na etapa de execução das obras (BARBOSA E ANDERY, 2013).

### **3 ESTUDO DE CASO: PROCESSO DE PROJETO E CONSTRUTIBILIDADE**

#### **3.1 Caracterização da empresa estudada**

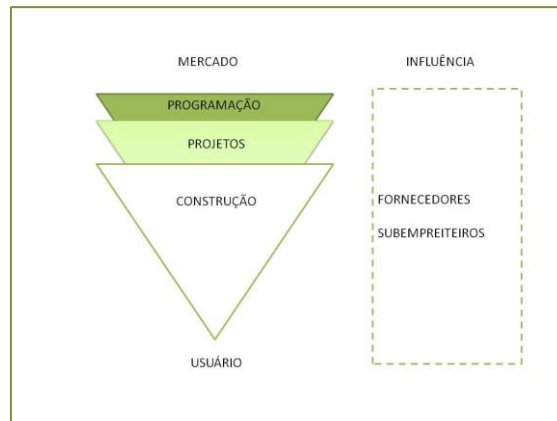
##### **Aspecto gerais**

Situada em Belo Horizonte, e fundada a quase trinta anos, a empresa construtora é considerada de médio porte para os padrões locais, produzindo mais de dois mil unidades residenciais em empreendimentos multifamiliares. A empresa é conhecida no mercado pelo seu domínio da construção em alvenaria estrutural, é certificada ISO 9001 e Nível A do SiAC do PBQP-h desde 2005.

Focada nas classes B e C, tem cerca de quinhentos colaboradores, entre funcionários, subempreiteiros e terceirizados. 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.

##### **O Processo de projeto**

O processo de projeto da construtora supracitada, demonstra que as etapas de análise de mercado, programação e planejamento do empreendimento, assim como a confecção, análise crítica, validação e aprovação dos projetos e sua construção acabam acontecendo uma boa parte do tempo concomitantemente, conforme representado esquematicamente abaixo:



**Figura 1 - Processo tradicional observado na empresa estudada na maioria dos projetos em desenvolvimento.  
Adaptado de (FABRÍCIO 2002)**

De acordo com a Figura 1, pode-se perceber que há uma necessidade de se promover quase uma “engenharia simultânea forçada”, o que contraria as diretrizes em prol da construtibilidade.

Foi observado na pesquisa que a construtora mantém um departamento de projetos, onde há um profissional que coordena as atividades do processo de projetos. Esse coordenador tem como ferramentas para o auxílio das atividades do processo de projeto o software MS Project e extranets para o gerenciamento de projetos para auxiliar no acompanhamento e ações de coordenação de obras, assim como na gestão do Sistema de Gestão da Qualidade da construtora.

O modelo de gestão do processo de projeto que é empregado na empresa é semelhante ao que descreve Melhado (1994), onde a equipe multidisciplinar de projetos é gerenciada pelo coordenador de projetos onde é verificada as necessidades dos clientes e dos empreendedores, assim como as exigências das leis e normas, e o principal produto gerado por essa coordenação são as diretrizes de projeto na empresa.

Ou seja, há uma coordenação centralizada, na qual o coordenador responsabiliza-se pela gestão das interfaces entre as várias disciplinas de projeto, e tem uma forte interação com a equipe de obra, procurando vincular diretrizes de projeto à cultura construtiva da empresa, particularmente no que diz respeito a utilização de sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Neste diagnóstico do processo de projeto, ocorrerem quatro etapas distintas de análise e ajustes do processo de projeto em prol da construtibilidade da construtora, que são descritas de forma sucinta abaixo:

1. Interação das etapas de concepção (projetos) e a etapa de obra, e também das “viabilidades” em estudo.
2. 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.
3. 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.
4. Introdução de um modelo de gestão do processo de projeto, juntamente com projetos de compatibilização e a introdução de outras ferramentas de gestão e a introdução de novas disciplinas necessárias à execução com base nas diretrizes de

construtibilidade. E controle dos empreendimentos e os recursos necessários para sua melhoria contínua.

O fluxo do processo de projeto nesta incorporação ocorre, na seguinte forma:

1. Definido o produto, são estabelecidos os consultores e os projetistas que atuarão em determinado empreendimento.
2. 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.
3. 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.
4. Concomitantemente aos processos supracitados, estão sendo produzidas as imagens de publicidade e validação dos projetos de fachadas, gradis, paisagismo dentre outros documentos que são necessários no processo de vendas das unidades.
5. 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.
6. Uma das validações do projeto que ocorrem dentro da empresa construtora se faz na execução de protótipos na escala 1x1 ou nos modelos dentro dos primeiros pavimentos da edificação, que validam a unidade autônoma como ambiente, escolha de matérias (memorial descritivo) e o projeto de compatibilização (interferência da estrutura, arquitetônico e as instalações).
7. Várias reuniões de coordenação são realizadas nos sites da construtora com a participação dos encarregados, mestres e gestores das obras.
8. 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.
9. Após a ocorrência do fluxo do processo de projeto, durante toda a fase de execução da obra do empreendimento e principalmente após a entrega e análise de alguns dados obtidos na mediação dos indicadores de assistência técnica é realizada uma análise qualitativa para a implementação de melhorias nos projetos em prol da construtibilidade.

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.

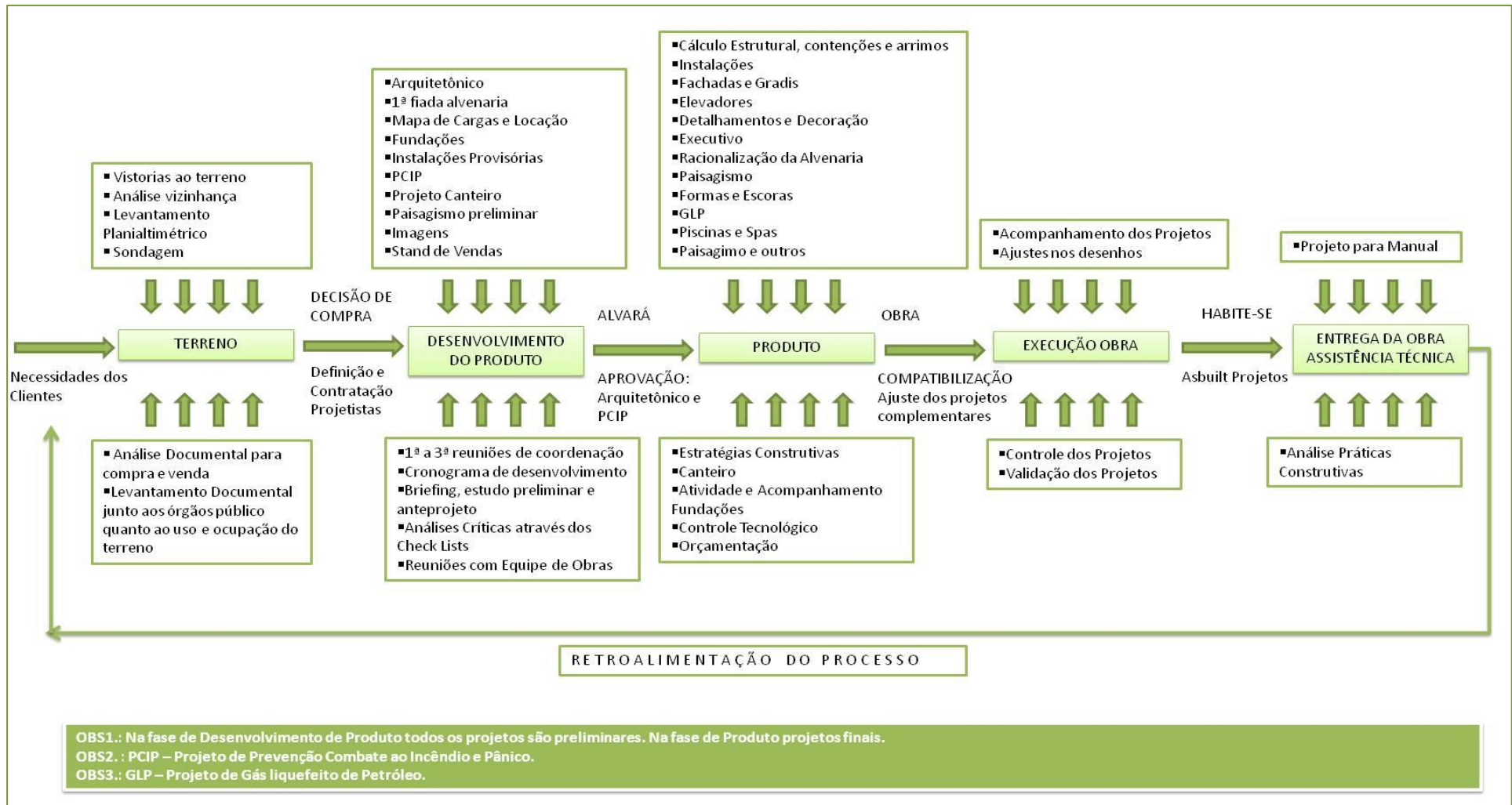


Figura 02 - Fluxo de informação do processo projeto - Construtora X

#### **4 MEDIDAS ASSOCIADAS À MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE INCORPORADAS AO PROCESSO DE PROJETO**

Com o intuito de analisar medidas de construtibilidade incorporadas aos processo de projetos técnico e gerencial da empresa, alguns conceitos e parâmetros de construtibilidade foram introduzidos de forma gradual em todos os empreendimentos da construtora. Os dados do estudo de caso permitiram constatar a introdução das medidas indicadas abaixo.

##### **Alvenaria Estrutural**

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;

##### **Tipologias de *lay out* e especificações padronizadas**

Padronização restrita das 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. O que para efeitos de construtibilidade se torna um fator positivo.

##### **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.

##### **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 no processo de projeto.

##### **Feedback - assistência técnica**

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. 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.

##### **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

sequência 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.

### **Projeto executivo**

O projeto executivo detalha as restrições estéticas à construtibilidade, e é neste documento que encontram-se informações que colaboram com a simplificação dos processos afim da padronização de componentes e sistemas construtivos.

## **5 DIRETRIZES DE CONSTRUTIBILIDADE ATENDIDAS PELA CONSTRUTORA NO PROCESSO DE PROJETO**

Como parte da análise das questões de construtibilidade na empresa, apresentam-se resumidamente abaixo algumas das diretrizes de construtibilidade atendidas pela construtora, conforme são apresentadas na literatura (WONG, 2007; AMANCIO, 2010; WONG e LAM, 2011), e as mesmas são comparadas com a postura da empresa estudada dentro do processo de projeto:

### **Identificação ao máximo dos requisitos de entrada para o projeto**

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**

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 sequência lógica das aquisições e montagens**

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 envolvido.

### **Modulação e Padronizações**

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**

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**

É comum que 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**

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. Priorizar a utilização de componentes pré-fabricados, prevendo seu transporte e instalação

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**

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**

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**

Sempre é realizada uma retroalimentação das entradas para os 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.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um estudo exploratório e diagnóstico sobre a introdução de diretrizes e procedimentos para melhoria de construtibilidade em empresa construtora de médio porte. Foram identificados procedimentos, na etapa de projeto, que impactam positivamente na melhoria do processo construtivo em obras, e verificou-se que esses procedimentos encontram sintonia com os apresentados na literatura internacional.

Por outro lado, observa-se que, no caso estudado, a introdução e a qualidade dos processos voltados à melhoria da execução das obras, na etapa de projeto, estão vinculados à introdução progressiva de conceitos de engenharia simultânea e a uma postura de coordenação de projetos pró ativa, que assumiu uma função de reestruturação de processos, consolidação de parcerias com os projetistas e envolvimento da equipe de projeto na etapa de obra, implicando na progressiva introdução de uma cultura de colaboração em toda a empresa construtora.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, Paraná, 2010. 213.
- BARBOSA, P., ANDERY, P. “Uma contribuição ao estudo de medidas para a melhoria da construtibilidade.” Belo Horizonte, Minas Gerais: Dissertação de Mestrado - UFMG, 22 de Agosto de 2013.
- FABRÍCIO, M.M. *Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios*. Edição: Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. São Paulo, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- LAM, P.T.I., e F.W.H. WONG. “A comparative study of buildability perspectives between clients, consultants and contractors.” *Departamento of Building and Real Estate*. Edição: Journal is Available at [Http://www.emeraldinsigt.com](http://www.emeraldinsigt.com). Hong Kong: The Hong, Kong Polytechnic University, 2011.
- MELHADO, S.B. “Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.” Edição: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Urbana. Universidade de São Paulo. 1994. <http://www.pcc.usp.br/silviobm/> (acesso em 04 de abril de 2011).
- MYDIN, S. et al. “Buildability Attributes at design phase in Malasyan building construction.” *International Journal of Sustainable Construction Engeneering and Techniches* 1 (2011).
- PULASKI, M e HORMAN, M.J. “Organizing Constructability Kowledge for Design.” *Journal of Engeneering Construction and Management* 31 (8) (2009): 911-919.
- RODRIGUEZ, M.A.A, e L.F.M HEINECK. “A construtibilidade no processo de projeto de edificações.” São Carlos, São Paulo: UFSCar, 9 de setembro de 2003.

- WONG, F.W.H., P.T.I. LAM, E.H.W. CHAN, e L.Y. SHEN. "A study of measures to improve constructability." *International Journal of Quality & Reability Management*. 2005. [www.emeraldinsight.com](http://www.emeraldinsight.com) (acesso em 04 de maio de 2011).
- 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. -, trad. s.d.
- WONG, F.W.H. et al. A study of measures to improve constructability. *International Journal of Quality & Reability Management*, vol. 24, n. 6, 2007, p. 586-601.