

# A CONSTRUTIBILIDADE NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

## **Marco Antonio Arancibia RODRÍGUEZ**

Eng. Civil, M.Sc., Doutorando em Engenharia de Produção da UFSC, Professor Titular da UNERJ/SC.  
Rua Tijucas, nº 243/202, CEP 89204-020, Joinville (SC) Brasil - Correio eletrônico: [marancibia@terra.com.br](mailto:marancibia@terra.com.br)

## **Luiz Fernando Mahlmann HEINECK**

Eng. Civil, Phd, Professor Titular do PPGE – UFSC. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, CTC/EPC, Campus Universitário, Trindade, Cx. Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis (SC), Brasil - Correio eletrônico: [heineck@eps.ufsc.br](mailto:heineck@eps.ufsc.br)

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta a aplicação dos conceitos de construtibilidade no processo de projeto de edificações, sob a ótica do trabalho desenvolvido pelo coordenador de projeto e os projetistas. Primeiramente são revisados os conceitos de relacionados à construtibilidade e as diretrizes que podem ser aplicadas para melhora-la na etapa de projeto. Logo, a aplicação dessas é exemplificada pelas ações tomadas pelo primeiro autor na a coordenação do projeto de um empreendimento comercial. Finalmente são indicadas as conclusões sobre a aplicação da construtibilidade no processo de projeto.

## **1. INTRODUÇÃO**

Existe nos últimos anos uma preocupação maior dos participantes do processo de construção de edificações com o processo de projeto; pois consultores e pesquisadores nacionais tais como Melhado (1998), Tzortzopoulos (1999) e Rodríguez e Heineck (2001), apontam o grande potencial de melhoria do desempenho das edificações a partir da gestão desse processo.

Embora o ganho a obter com a adequada gestão do projeto seja evidente, ainda não é possível quantificar o mesmo de forma exata em termos de desempenho ou custo. Autores como Picchi (1993) e Rodríguez e Heineck (2001) apontam que uma adequada gestão do processo de projetos pode significar uma redução de 6% do custo direto das obras.

Sendo um dos objetivos da gestão do projeto a racionalização de recursos; na sua obtenção podem ser empregados os conceitos de construtibilidade, sistemas de gestão da qualidade e coordenação de projetos entre outras ferramentas. A seguir é feita uma breve revisão dos conceitos de racionalização, construtibilidade e coordenação de projetos, necessária ao desenvolvimento dos seguintes itens.

### **1.1 Racionalização**

Sabattini (1989) separa a racionalização na construção em dois níveis: para o setor e para as técnicas construtivas. Neste último contexto o autor define a racionalização construtiva como: *“um processo composto por um conjunto de ações que tenham como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas suas fases”*.

### **1.2 Construtibilidade**

A construtibilidade é definida pelo Construction Industry Institute CII (1987) apud Griffith e Sidwell (1995) como: *“O uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento”*.



Por sua vez, Griffith e Sidwell (1995) definem a construtibilidade no projeto como a *“consideração detalhada dos elementos de projeto para atender os requerimentos técnicos e financeiros do empreendimento, considerando quando possível a relação projeto - construção para melhorar a efetividade do projeto e com isto subsidiar o processo de construção no canteiro”*.

A partir dessas definições, pode-se dizer que a 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. A construtibilidade no projeto pode ser considerada como a aplicação desse conhecimento e experiência durante o desenvolvimento dos projetos, junto as diretrizes gerais que permitam racionalizar a execução dos empreendimentos.

### **1.3 Coordenação de projetos**

A coordenação de projetos pode ser definida como: um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e o acompanhamento do desempenho desses.

Neste contexto geral, pode-se então dizer que a aplicação do conceito de construtibilidade está implicitamente inserido dentro da coordenação de projetos, tendo como objetivo específico racionalizar os recursos e como objetivo geral melhorar o desempenho do empreendimento, eles podem assim, participar de um sistema de gestão da qualidade.

## **2. CONSTRUTIBILIDADE NO PROJETO**

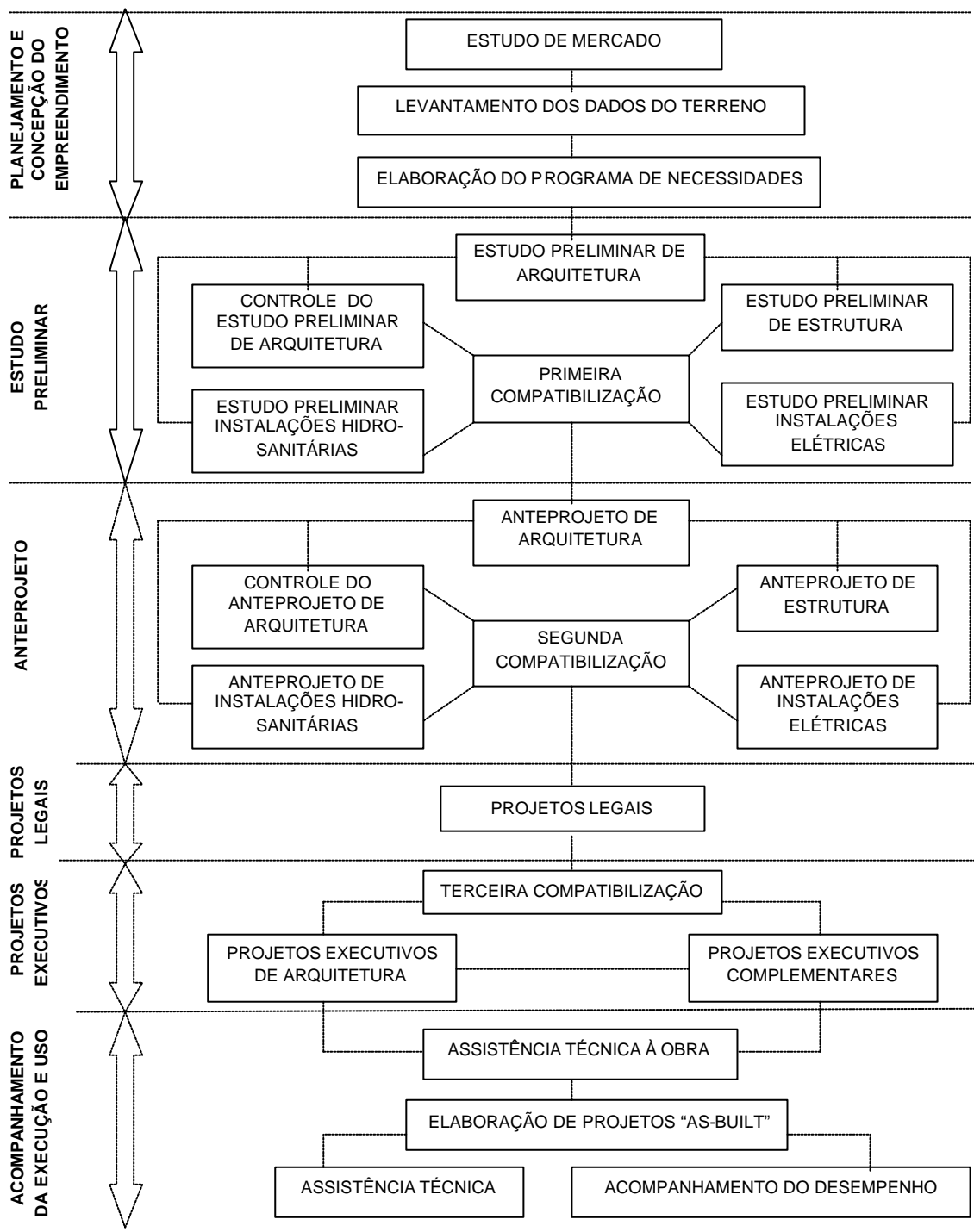
Para uma adequada gestão do processo de projeto e aplicação de conceitos como construtibilidade, esse deve ser dividido em etapas. Tomando como base modelos indicados por diversos pesquisadores como Melhado (1996) apud Melhado (1998), Tzortzopoulos (1999) e Rodríguez e Heineck (2001), na Figura 1 é apresentado um modelo geral para esse processo, onde o conceito de construtibilidade pode ser aplicado em cada uma das etapas apresentadas. Nelas pode-se identificar os seguintes participantes: proprietário; coordenador do projeto; engenheiros e encarregados de obra; arquiteto; engenheiro de estruturas; engenheiros de sistemas prediais e outros consultores (custos, solos, tecnologias construtivas).

Nessa realidade, a seguir são apresentadas algumas diretrizes para o coordenador de projetos e os projetistas.

### **2.1 Diretrizes de construtibilidade para o coordenador de projetos**

O coordenador de projetos é o responsável por realizar e fomentar ações de organização controle e troca de informações entre os projetistas, para que os projetos sejam elaborados de forma organizada, nos prazos especificados e cumprindo os objetivos definidos para cada um deles. Sob a ótica da construtibilidade, podem ser desempenhadas as seguintes ações a serem realizadas pelo coordenador:

- Estabelecer junto ao proprietário os requisitos e planos globais de construtibilidade;
- Informar aos demais participantes os requisitos de construtibilidade;
- Analisar os resultados de desempenho em empreendimentos similares já executados;
- Analisar as soluções alternativas de projeto junto aos projetistas e proprietário, distinguindo quais as características que fazem uma solução particular mais efetiva que outra;
- Identificar as restrições de projeto (custo, prazo, clima, materiais, componentes, mão-de-obra);
- Identificar os níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais;
- Identificar as interfaces entre materiais e elementos construtivos; e
- Identificar a complexidade da seqüência de operações no canteiro as tolerâncias a serem consideradas.



**Figura 1 – Modelo do processo de projeto de edificações**

## 2.2 Diretrizes de construtibilidade para os projetistas

Os projetistas quando inseridos num processo de gestão do processo de projeto como o apresentado na Figura 1, deverão se preocupar com a racionalização das soluções técnicas, a racionalização do custo do trabalho (que essas soluções implicam) e com a racionalização dos custos de operação e manutenção. Em função das características dos diferentes tipos de sistemas prediais, cada projetista deverá ter uma abordagem particular, mas podem ser indicadas as seguintes diretrizes gerais para todos os projetistas, conforme Griffith e Sidwell (1995):

- Simplificar os detalhes de projeto para simplificar a execução;
- Projetar para a habilidade e a experiência de mão-de-obra disponível;
- Projetar para seqüências práticas e simples das operações de construção;

- Projetar para substituições e tolerâncias práticas dos materiais/componentes no local do trabalho;
- Projetar para padronizar e usar o número máximo de repetições quando apropriado;
- Projetar para simplificar as substituições; e
- Projetar para uma fácil comunicação com o construtor.

### 3. APLICAÇÃO DAS DIRETRIZES DE CONSTRUTIBILIDADE NO PROJETO

A aplicação de diretrizes tanto pelo coordenador como pelos projetistas é exemplificada de modo sucinto nas figuras 2 e 3, na forma de definições, medidas e ações tomadas durante a coordenação do projeto de um empreendimento comercial de 10.000 m<sup>2</sup> distribuídos em 11 andares, sendo atualmente desenvolvido em Joinville/SC. Os exemplos da figura 2 referem-se ao projetista de sistemas hidro-sanitários.

Diretrizes de construtibilidade	Definições, medidas e ações
Estabelecer junto ao proprietário dos requisitos e planos globais de construtibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto que permita opções de leiaute nas salas e sua integração num mesmo andar.</li> <li>• Projeto que permita uma rápida execução da estrutura da torre (4 meses).</li> <li>• Opção de aparelhos de ar condicionado de parede e tipo <i>split</i> nas salas</li> <li>• Amplas áreas de circulação nos andares</li> <li>• Custo de execução por m<sup>2</sup> sem terreno de 0,75 CUB a 0,80 CUB médio/ SC</li> </ul>
Informar aos projetistas dos requisitos de construtibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foram estabelecidos o cronograma geral do projeto e os critérios de fluxo de informações entre proprietário, coordenador e projetistas.</li> <li>• Foi estabelecido cronograma específico para cada projetista, com definição de etapas ou pacotes de trabalho a serem entregues; assim como as informações externas necessárias para concluir cada etapa. Por exemplo, para o projetista de instalações concluir o projeto de furação, ele deverá receber antecipadamente o arquivo digital de projeto executivo de arquitetura, ajustado à forma de estrutura e com o posicionamento final de peças sanitárias e prumadas.</li> </ul>
Analisar resultados de desempenho em empreendimentos similares já executados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O espaço de circulação nos andares não deverá ser maior que 25% da área do pavimento, para que a relação final área real/área privativa das unidades não ultrapasse de 1,7; valor máximo admitido pelo mercado imobiliário.</li> <li>• Análise de projetos similares já executados indica que de preferência as vagas de garagem não devem ser presas (duplas).</li> <li>• Deverá ser tomado cuidado especial no dimensionamento de elevadores e cálculo de tráfego, pois o atendimento às normas atuais não tem proporcionado o nível de conforto desejado aos usuários.</li> </ul>
Análise de soluções alternativas de projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os projetistas de instalações sugerem emprego de sistemas de distribuição nos andares entre o forro rebaixado e a laje, com espaço entre forro e laje de H=30 cm nos banheiros e H=20 cm no restante das áreas. Outra alternativa é o emprego de piso elevado. Em cada caso verificar o pé direito necessário do pavimento tipo.</li> <li>• O tipo de estrutura mais econômica que atende aos requisitos de custo e prazo do cliente é de concreto armado com emprego de lajes planas nervuradas, treliçadas ou protendidas.</li> <li>• Volumes, faixas e ressaltos sobre os panos da fachada serão executados com elementos de baixa densidade após a execução da estrutura.</li> <li>• As fundações profundas serão executadas com estaca hélice na região da torre e perto da divisa com edificação vizinha de estabilidade comprometida. No restante da edificação serão cravadas estacas pré-moldadas.</li> <li>• As opções de aparelhos de ar condicionado condicionam a criação de espaços externos às salas, que comportarão a unidade externa do <i>split</i> ou o volume externo do aparelho de parede.</li> </ul>
Identificar restrições de projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foi identificada edificação vizinha com problemas de estabilidade ao longo de 30% de uma das divisas. Isto implica que a edificação a ser projetada deverá ficar afastada desse imóvel nessa região numa distância aproximada de 2m.</li> <li>• A topografia e o nível do lençol freático vão interferir na circulação e execução de serviços no canteiro, portanto o piso do subsolo será executado na seqüência das fundações.</li> </ul>

**Figura 2 – Aplicação de diretrizes de construtibilidade para o coordenador de projetos**

Diretrizes de construtibilidade	Definições, medidas e ações
Simplificar detalhes de projeto para simplificar a execução no canteiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emprego de caixas de passagem padronizadas e pré-fabricadas.</li> <li>• Parede única para instalações por banheiro. <i>Shaft</i> unificado para Wcs lado a lado</li> <li>• Evitar interferência de descidas de pontos de esgoto com vigas.</li> </ul>
Projetar para a habilidade e experiência da mão-de-obra disponível	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A execução das instalações será feita por empresa especializada com supervisão da engenharia. Portanto, o dimensionamento será rigoroso para atender às normas e aos requerimentos de montagem, sem nenhum critério de super-dimensionamento.</li> </ul>
Projetar para seqüências práticas e simples de operações de construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os pacotes de trabalho serão separados pelas etapas a serem executadas na obra: drenagem e captação de águas de superfície, furações, distribuição dos pavimentos, prumadas, detalhes isométricos, detalhes de esgoto e coletores</li> </ul>
Projetar para padronizar e aumentar repetições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serão seguidos os padrões da construtora a respeito de altura de pontos de água/esgoto em parede e altura de ramais horizontais de água esgoto nas paredes</li> </ul>
Projetar para substituições e tolerâncias práticas no canteiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As passagens para bacias sanitárias e ralos terão uma folga de 2,5 cm de cada lado.</li> <li>• As medidas de furos, e locação de pontos em planta sempre serão dadas em centímetros, com aproximação de +/- 0,5 cm.</li> </ul>
Projetar para simplificar substituições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideração de inspeções no pé das prumadas para reparos e manutenções.</li> <li>• Considerar acesso a dutos de banheiros pelas áreas comuns quando possível.</li> </ul>
Projetar para uma fácil comunicação com o construtor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As escalas deverão seguir a norma da construtora. Plantas de distribuição 1:50 ou 1:75 e detalhes de esgoto e isométricos 1:20 ou 1:25.</li> <li>• Em cada planta e detalhe será indicado o código das conexões e tubulações empregadas, segundo fabricante a ser indicado pelo proprietário.</li> <li>• Todos os cruzamentos de tubulações deverão ser mostrados nas plantas e detalhes.</li> </ul>

**Figura 3 – Aplicação de diretrizes de construtibilidade para o projetista de instalações**

#### 4. CONCLUSÕES

Do presente trabalho e do acompanhamento do projeto de diferentes empreendimentos pode-se concluir que a aplicação da construtibilidade no processo de projeto faz parte de sua gestão e deveria ser encorajada pelos participantes comprometidos com a racionalização e melhoria do desempenho do processo global dos empreendimentos.

Verifica-se que 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.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRIFFITH A., SIDWELL T., **Constructability in building and engineering projects**. London, Macmillan, 1995.
- MELHADO, S.B. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios: metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto. In: VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, ENTAC, 1998. **Anais**. Florianópolis.
- PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica, 1993. Tese (Doutorado em Engenharia) – USP.
- RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L.F.M. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: II Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, **Anais**, Fortaleza, 2001
- SABATTINI, E.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. EPUSP, São Paulo, 1989. (Tese de Doutorado).
- TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Porto Alegre: CPGEC - UFRGS, 1999. (Dissertação de Mestrado).