

A Construtibilidade em projectos de edifícios para o Ensino Superior Público em Portugal

Maria Helena A . C. Campos^{1,†}, José M . Cardoso Teixeira²

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil Azurém,
P-4800-058 Guimarães , Portugal*

RESUMO

A Construtibilidade é definida como “*The optimum use of construction knowledge and experience in planning, design, procurement, and field operations to achieve overall project objectives*” - *A aplicação de forma otimizada dos conhecimentos e das experiências da construção durante as fases iniciais do projecto, de planeamento e concepção, de forma a facilitar o cumprimento dos objectivos do projecto.* O correcto entendimento deste conceito e da sua integração nas metodologias de projecto, durante o período global do seu ciclo de vida, constitui-se como uma potente ferramenta para a construção dos objectivos de projecto e para a satisfação dos requisitos do dono de obra.

Os dezassete princípios da Construtibilidade, aplicáveis às diferentes fases do ciclo do projecto, são orientadores dos procedimentos de gestão e de decisão do projecto, procurando melhorar, do ponto de vista da Construtibilidade, as diferentes soluções de concepção.

A implementação da Construtibilidade pode ser feita com recurso a meios mais ou menos formais, que devem ser escolhidos em função de factores diversos como o tipo, dimensão e complexidade do projecto, o tipo de dono de obra, as formas de contratação de projectistas e construtores, o tipo de organizações funcionais intervenientes, entre outros. Entre estas metodologias de implementação contam-se as revisões da construtibilidade e os programas da construtibilidade.

1. DEFINIÇÕES

“A construtibilidade é a aplicação de forma otimizada dos conhecimentos e das experiências da construção durante as fases iniciais do projecto, de planeamento e concepção de forma a facilitar o cumprimento dos objectivos do projecto.”

(CII – Constructability 1986)

“A Construtibilidade traduz-se no desejo de projectar os edifícios e as suas infra-estruturas em coordenação com as exigências dos processos e das tecnologias da construção.”

(Martin Fisher and C . B . Tatum –1997- Characteristics of design relevant constructability knowledge)

¹ Chefe de Divisão dos Serviços Técnicos da Universidade do Minho

[†] Autor para quem a correspondência deverá ser enviada (hcampos@eng.uminho.pt)

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho

2. REVISÃO HISTÓRICA

A origem do conceito da construtibilidade e os estudos e trabalhos de investigação sobre o mesmo remontam aos inícios dos anos oitenta, estando geograficamente ligados aos Estados Unidos, à Austrália e ao Reino Unido. Organizações como o ECI (The European Construction Institute), o CIIA (*Construction Industry Institute Austrália*) e o CII (*Construction Industry Institute*), tiveram e continuam a manter uma grande importância no desenvolvimento dos trabalhos de investigação sobre a construtibilidade.

Uma das áreas do conhecimento com interesse para o CII é a análise da interface entre a fase de desenho ou projecto e a fase da construção, para a qual o CII formou uma task force, denominada *Constructability Task Force*. Dois dos objectivos primários desta task force têm a ver com a promoção dos benefícios do desenvolvimento da construtibilidade junto dos profissionais da construção, bem como a divulgação de um conjunto de procedimentos e regras de actuação que permitem assegurar a melhoria da construtibilidade dos projectos.

Durante este trabalho, foram identificadas várias metodologias de aplicação do conceito, procurando-se ainda clarificar os vários procedimentos e elaborado pormenorizadas checklists com regras práticas para a melhoria da construtibilidade, muitas delas com carácter empírico e outras resultantes do próprio trabalho de investigação desenvolvido. Reconhecendo as diferenças muitas vezes encontradas entre a realidade do projecto e os objectivos iniciais dos clientes, esta equipa identificou vários procedimentos ou caminhos para a construtibilidade aplicáveis às fases de planeamento, de concepção, de adjudicação e de construção.

Este trabalho permitiu elevar o tratamento científico dado até então a este conceito, não permitindo que o mesmo fosse encarado, de forma redutora, como uma lista de regras particulares a aplicar aos projectos, mas pelo contrário encorajando o pensamento criativo sobre este tema, na perspectiva da melhoria das oportunidades de desenvolvimento e desempenho da construção.

Um dos seis procedimentos apresentados por esta equipa de trabalho recomenda a introdução do conceito da construtibilidade logo nas fases iniciais da concepção. Desta forma aumentam as probabilidades de sucesso na aplicação deste conceito e há maiores garantias para a escolha dos melhores processos e métodos de construção. Demonstrando-se assim o interesse destes investigadores em *levar* os conhecimentos da construção até à fase de concepção e de desenho, por forma a assegurar a influência destes conhecimentos nas decisões tomadas nestas fases iniciais do projecto de construção.

Estudos adicionais foram desenvolvidos onde se procurou esclarecer melhor este conceito, definir os seus princípios, clarificar as suas formas de implementação e apurar quais os benefícios e os custos finais da sua aplicação à gestão dos projectos de construção.

Trabalhos menos generalistas abordaram a aplicação do conceito a projectos de construção específicos, como silos, pontes, construções metálicas e outros, apresentando check-lists de verificação da adequação dos princípios da construtibilidade a cada uma destas construções.

Outros têm abordado formas mais ou menos organizadas para a correcta integração dos princípios da construtibilidade às diversas fases do ciclo de vida de um projecto, chegando mesmo à proposta de modelos de gestão específicos.

Todos estes estudos resultam na proposta de modelos organizados de gestão de procedimentos de aproximação ao conceito e de reforço da importância da formalização do conceito, em si. Reconhece-se que a aplicação da construtibilidade não se revela como um

procedimento natural, exigindo pelo contrário um esforço contínuo e determinado do gestor do projecto por forma a garantir a sua eficaz e confirmada aplicação.

3. OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUTIBILIDADE

Os 17 princípios da construtibilidade normalmente aceites são [CII – Concepts File] os seguintes:

Na fase de planeamento do projecto

1. Utilização de programas da construtibilidade como elementos de gestão do projecto.
2. Envolvimento activo dos conhecimentos da construção no desenvolvimento do projecto.
3. Envolvimento inicial dos conhecimentos construtivos, a ser atendido na definição de estratégias contratuais.
4. A definição dos tempos de execução do projecto deve atender aos tempos de condução dos processos construtivos.
5. Nas fases iniciais do projecto deve ser analisada a opção pelos melhores processos construtivos.
6. Adequação da área de disposição espacial e implantação da construção à promoção da eficiência dos processos construtivos, da utilização e manutenção da construção.
7. Os elementos da equipa de projecto responsáveis pela construtibilidade devem ser identificados nas fases iniciais do projecto.
8. As tecnologias mais recentes e adequadas devem ser utilizadas ao longo do projecto.

Na fase de concepção e contratação da construção

9. O planeamento dos tempos de concepção e escolha dos construtores deve atender à previsão da duração dos processos construtivos.
10. A concepção da obra deve resultar num projecto que valorize a eficiência construtiva.
11. Os elementos da concepção devem seguir indicações standarizadas .



A standarização de componentes é baseada no reconhecimento de que podem ser obtidos ganhos financeiros e outros, quando o número de variações entre componentes é reduzido ao mínimo.

As várias infra-estruturas e sistemas dos edificios, bem como os tipos de materiais, os pormenores de construção, as dimensões, os volumes podem ser standarizados para a melhoria da precisão e exactidão do trabalho em obra.

AS VANTAGENS DA STANDARIZAÇÃO

- Benefícios e ganhos de produtividade.
- Simplificação na escolha dos fornecedores de materiais.
- Simplificação da gestão de materiais em obra.
- Redução dos tempos de concepção.
- Redução das partes constituintes do inventário final .
- Simplificação das exigências e tempos de treino das equipas de exploração dos edifícios.
- Simplificação das exigências de controlo de qualidade.
- Ganhos de segurança resultantes da familiarização rápida com os materiais ou equipamentos.

APLICAÇÕES DA STANDARIZAÇÃO

- Válvulas , tubagem e demais acessórios.
- Localização e tipos de quadros eléctricos, aparelhagem, equipamentos, tubagem e centrais de controlo.
- Escolha de secções estruturais por forma a garantir a máxima reutilização da cofragem.
- Dimensionar as peças e materiais de revestimento em atenção às dimensões de fabrico, por forma a diminuir os desperdícios.
- Localização de percursos horizontais e verticais de infra-estruturas, para diminuição de problemas de interferência física.
- As variações de secções nos elementos de fundação devem ser mínimas.

12. A eficiência construtiva deve ser um dos objectivos das especificações do projecto.

AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJECTO



Devem ser concedidos esforços redobrados à definição das especificações individuais de cada projecto. Estes devem incluir revisões cuidadas realizadas pelo dono de obra, pelo projectista e pelos elementos da equipa da construtibilidade.

A eficiência das práticas da construção, bem como a rápida familiarização do pessoal de obra com estas especificações devem estar garantidas na sua elaboração.

CARACTERÍSTICAS DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJECTO

- Sem ambiguidades;
- Com clareza ;
- Nada deve poder ter mais de uma interpretação;

O que não se deve fazer

- Incluir referências a métodos, materiais ou equipamentos, ultrapassados e sem utilização actual no mercado comercial;
- Definir materiais como “ da melhor qualidade “, sem notas explicativas, levando a que tenham de ser executados desenhos adicionais em obra , que levam a atrasos e aumentos de custos;
- Incluir apenas uma referência comercial sem descrever opções alternativas, criando lugar a atrasos na aprovação de materiais ou equipamentos em obra.

13. A opção pelo desenho modular e pré-fabricação, deve traduzir-se na execução de um processo próprio de pré-fabricação que atenda à facilidade de fabricação, transporte e instalação.

- ❖ O projecto modular define-se como uma boa estratégia de concepção e deve ser assumida logo no inicio da fase de concepção.
- ❖ A pré-montagem e pré-fabricação resultam também dos esforços de modulação do projecto, embora neste caso as componentes sejam de menor tamanho.
- ❖ Os trabalhos de pré-montagem e pré- fabricação devem iniciar-se ainda durante a fase de concepção das especialidades

Na opção por soluções modulares de pré-fabricação e montagem , deve atender-se a factores ou condições especiais como:

- ❖ fabricação;
- ❖ transporte;
- ❖ instalação.



14. A concepção, de uma forma global, deve procurar facilitar, durante a fase de construção, a acessibilidade dos trabalhadores, o transporte e movimentação de materiais e equipamentos.

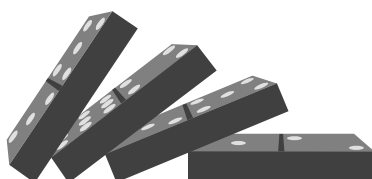
REGRAS ESPECIFICAS PARA ESTUDOS DE ACESSIBILIDADES

- Verificar as sequências de trabalhos em altura;
- Prazos de entrega para os equipamentos de maior dimensão ou peças modulares, ou pré-fabricadas;
- Áreas em planta no estaleiro, disponíveis para a pré - fabricação e respectivas vias de acesso;
- Existência em estaleiro de formas permanentes para elevação de materiais e trabalhadores;
- Definição dos prazos de execução de caves, abaixo de áreas com necessidades de travessia por cargas pesadas;
- Análise da localização e do tipo de elevadores de projecto, durante a fase de concepção;
- Escolha da localização e do tamanho de escadas e rampas por forma a facilitar a construção.

15. A concepção deve ainda atender á necessidade de facilitar e aumentar a eficiência da construção, em condições atmosféricas adversas.

- ❖ A construção em locais onde as condições atmosféricas são adversas, representa um grande desafio quer para projectistas quer para construtores. Os projectistas devem analisar e estudar soluções de projecto, por forma a que a exposição a temperaturas extremas e os efeitos da chuva durante a construção possam ser minimizados.
- ❖ Considerações:
 - Acessibilidade á obra, em condições de tempo adversas.
 - Rápida possibilidade de fecho do edificio.
 - Escolha apropriada de materiais e equipamentos.
 - Durabilidade.
 - Fácil instalação.
 - Controlo de prazos efectivo em adequação ás condições atmosféricas.
 - Modulação e pré-fabricação .

16. A sequência de trabalho na concepção e na construção deve facilitar a rápida operacionalidade dos vários sistemas infra-estruturais, por forma a permitir desfazar no tempo os respectivos testes e ensaios.



- Em projectos de grande complexidade devem ser coordenadas as sequências de ensaios e testes, e recepções provisórias parciais com as sequências da concepção e construção.
- Quando mais cedo for possível a execução de testes e ensaios menor será o risco de falhas ou problemas, o que será sempre gerador de atrasos e custos adicionais.
- Garantir o treino e a formação do pessoal da manutenção e operação dos equipamentos, ainda durante a construção.
- Transferir a informação de projecto para as plantas e manuais de operação.
- Identificar as exigências e os requisitos de testes e ensaios que têm impacto especial nas soluções de concepção.
- Programar os períodos de testes e ensaios dando prioridade aos que afectam o processo de construção.



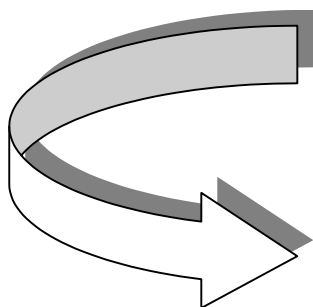
Aplicações da construtibilidade à fase de contratação e compra de materiais e equipamentos

- A definição dos prazos de conclusão da concepção, bem como de aquisição de materiais e equipamentos devem ter em atenção as necessidades da construção;
- A construção é uma actividade de alto custo, com muito pouca flexibilidade;
- A concepção é uma actividade de baixo custo com maior flexibilidade;
- A construção está sujeita a uma sequência natural de tarefas;
- A sequência das actividades de concepção pode ser ajustada em algumas áreas;
- A entrega de alguns materiais pode ser crítica;
- A conclusão prioritária de todos os projectos de caves, incluindo fundações e especialidades enterradas pode ser recomendável;
- A definição e escolha de equipamentos e materiais nas várias especialidades deve ter em conta os seus prazos de entrega;
- Uma forma de reduzir os prazos de trabalho da equipa de gestão tem a ver com a definição de métodos ou sistemas de procedimentos, disponíveis para consulta de todos os elementos da equipa;
- O projecto deve ser entregue á equipa de construção com o tempo necessário para preparação da obra antes do seu início;
- Não se devem fazer alterações ao projecto sem uma correcta análise das suas implicações nos prazos da obra;
- O cumprimento dos prazos de entrega de materiais ou execução de trabalhos deve ser um dos critérios para escolha de fornecedores ou empreiteiros;
- A sequência de entrega de materiais ou equipamentos deve respeitar a sequência de trabalhos em obra.



Na fase de construção

17. A concepção deve promover o recurso a métodos construtivos tecnologicamente inovadores e assumidamente mais eficientes e adequados;



Métodos utilizados:

- Inovar na definição das sequências de testes em obra;
- Inovar no uso de sistemas e materiais de construção temporários;
- Inovar na escolha de ferramentas de trabalho manual;
- Inovar na escolha dos equipamentos de construção;
- Dar ao construtor a opção da pré-fabricação;
- Inovar na escolha de infra-estruturas temporárias de apoio aos processos de construção.

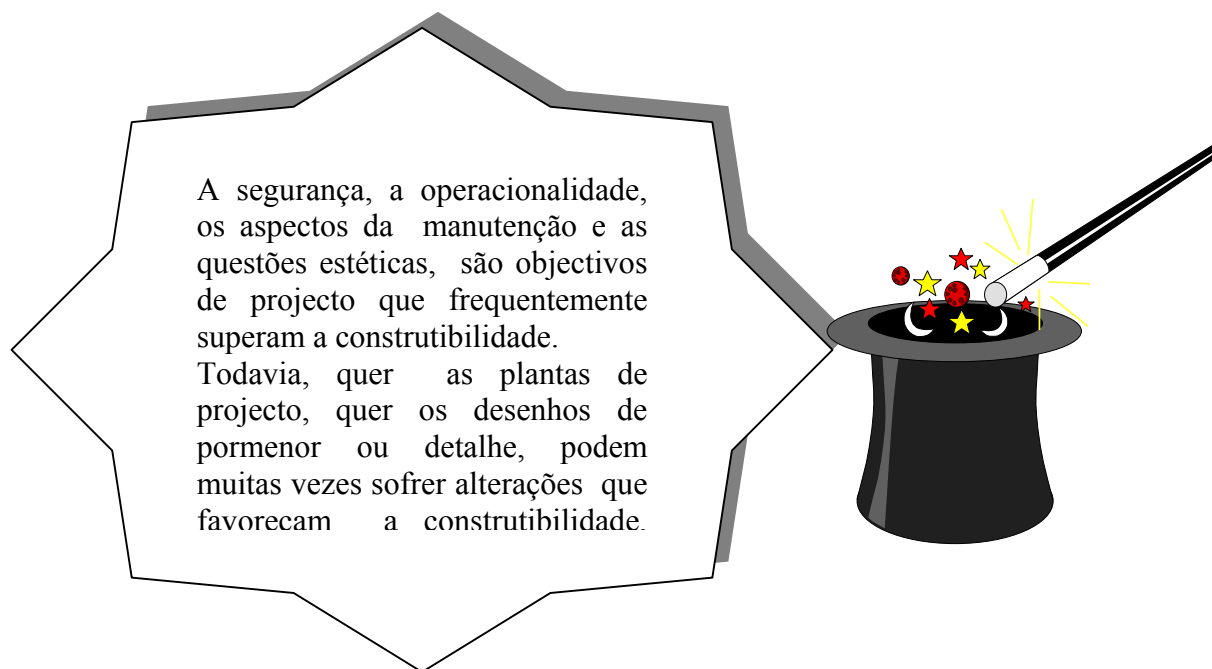
Quadro 1 : Formas de actuação para a construtibilidade

Formas de actuação	Exemplos /Descrição
<p>1. A concepção com preocupações construtivas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ A melhor solução de concepção de acordo com as técnicas da construção ◆ Simplificação da configuração e da combinação dos elementos ◆ Standarização e repetição de elementos ◆ Flexibilidade de adaptação dos elementos ◆ A concepção com atenção às acessibilidades 	<p>Desenhos de pre-fabricação, adaptações nas técnicas de desenho por forma a incluir novas técnicas e procedimentos.</p> <p>Identificar pormenores complexos e a sua repetição; combinar traçados das várias infra-estruturas.</p> <p>Standarizar dimensões, volumes, tipos de materiais, detalhes de construção, sistemas infra-estruturais, bem como previsão da reutilização de cofragens.</p> <p>Identificar de forma realista as necessidades de tolerâncias e possibilidades de ajustamentos de campo.</p> <p>Identificar espaços confortáveis para os elementos, por forma a garantir o acesso de trabalhadores, materiais e equipamento.</p>

Formas de actuação	Exemplos /Descrição
<p>2. Comunicação efectiva na troca da informação das várias especialidades do projecto</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Informação disponível ◆ Informação de fácil compreensão 	<p>Melhoramentos na oportunidade, conteúdo e timings da informação.</p> <p>Melhoramentos da clareza, formato, organização e apresentação da informação.</p>
<p>3. A escolha das técnicas de construção em atenção à procura do valor óptimo da construção</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Melhoria das técnicas de construção e das sequências de trabalho ◆ Melhoramentos na escolha dos materiais ◆ Melhoramentos na escolha de equipamentos 	<p>Modificações da sequência dos trabalhos: pré-fabricação, obra, fábrica, sequência de montagem.</p> <p>Inspeccionar o uso de materiais de menor qualidade ou mais baratos.</p> <p>Tirar partido de novas tecnologias, equipamentos e ferramentas.</p>
<p>4. Uma efectiva política de gestão de recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Recursos Humanos ◆ Materiais de construção ◆ Equipamentos e ferramentas ◆ Uma boa informação sobre prazos e custos 	<p>Melhoria na definição de responsabilidades e áreas de trabalho.</p> <p>Identificar problemas de falta de formação;</p> <p>Melhorar a capacidade de armazenagem e distribuição dos materiais.</p> <p>Melhorias na política de gestão, de manutenção e de reserva de equipamentos ou peças e acessórios.</p> <p>Melhorias na gestão da comunicação durante a construção.</p>
<p>5. Melhoramentos na contratação de empreiteiros e fornecedores</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Escolha de materiais ◆ Melhorias na definição de responsabilidades 	<p>Melhorias nos materiais e equipamentos propostos pelos fornecedores.</p> <p>Incluí alterações nas áreas de trabalho de fornecedores e subempreiteiros.</p>
<p>6. A chamada dos construtores à fase de concepção</p>	<p>Identificação atempada das necessidades dos trabalhadores durante a construção em abordar certos aspectos da construção com os projectistas; as respostas a estas questões só são normalmente conhecidas depois de a fase de construção se iniciar.</p>

3.1. A Construtibilidade e a sua relação com os conceitos da Análise de Valor, da Qualidade, da Funcionalidade, da Manutenção e da Segurança

Os procedimentos relacionados com a aplicação do conceito da Construtibilidade à gestão de um projecto de construção são muitas vezes próximos de outros procedimentos de gestão de outros conceitos, como a análise de valor.



Os conceitos da Análise de Valor e da Construtibilidade podem até considerar-se similares, mas a diferença reside na dimensão e modo de análise do projecto. Enquanto a Análise de Valor avalia a totalidade do período de vida do projecto do ponto de vista da funcionalidade, a Construtibilidade tem por objectivo a aplicação dos conhecimentos da construção e da experiência construtiva de uma forma planeada e estruturada ao longo do período de vida do projecto.

A optimização da escolha de materiais, equipamentos ou infra-estruturas deve resultar da coordenação de vários conceitos, como Construtibilidade, Operacionalidade, Reabilitação e Manutenção:

- ❖ A Construtibilidade leva os conhecimentos e a experiência da construção ao projecto, optimizando os processos e métodos construtivos durante a obra, dentro dos contornos dos objectivos e necessidades do projecto.

- ❖ A Operacionalidade leva ao projecto os conhecimentos e as necessidades dos futuros utilizadores, por forma a garantir que as suas necessidades estejam reunidas nas opções de projecto.

- ❖ A Reabilitação pondera a escolha de equipamentos, com base na análise das suas garantias de fiabilidade ou eventual dependência de assistência técnica e reparações frequentes.

- ❖ A Manutenção procura garantir que as opções de projecto não são tomadas à custa de custos excessivos e prolongados de manutenção.

A concepção para a segurança, ou o “*desenho-seguro*”, é um conceito que podemos definir como a concepção realizada em atenção ao ambiente *homem-máquina*, por forma a minimizar interrupções de actividades planeadas, diminuindo a probabilidade de acidentes. As preocupações predominantes relacionam-se com a preparação da disposição espacial e

implantação da construção e a concepção das infra-estruturas e a respectiva distribuição espacial. A aproximação entre os dois conceitos: construtibilidade e segurança, afigura-se assim evidente, através da coincidência entre alguns dos princípios de aplicação dos dois conceitos: a concepção em adequação às práticas construtivas, por forma a reduzir o risco de acidentes durante a construção.

Kent Davis, W.B.Ledbetter –1989- referem como principais problemas da industria de construção nos EU, naquela época, a baixa da produtividade, o aumento dos processos de contencioso nos tribunais sobre questões ligadas a esta industria, os atrasos significativos e frequentes na conclusão das obras, a entrada de empresas estrangeiras no mercado da construção nos EU e a tomada de parte deste mercado por essas empresas. Aquilo que aqueles autores referem como sintomas do sector da construção nos EU, no final da década de oitenta, são hoje uma realidade em Portugal. Tal como referem, as razões que poderão sustentar aquele estado de coisas, são complexas, embora se possa identificar, um factor comum, a falta de qualidade e identificam quinze actividades de gestão da qualidade ao longo do ciclo de vida do projecto de construção, que se listam no quadro 2:

Quadro 2 : Quinze actividades para a gestão da qualidade de um projecto

Actividades
Desenvolvimento de um sistema da Qualidade
Desenvolvimento de um plano da Qualidade
Estudos de fiabilidade
Avaliação de construtores e subempreiteiros
Orientação das várias tarefas e actividades em função da Qualidade
Avaliação criteriosa das qualificações do pessoal da equipa
Formação dos recursos humanos
Revisões das especificações iniciais do projecto
Revisões dos elementos desenhados do projecto
Revisão dos restantes documentos do projecto.
Revisões da Construtibilidade
Testes e avaliação de qualidade dos materiais
Ensaios
Documentação do nível da qualidade do projecto
Revisão final do projecto

Conforme se identifica no quadro 3 a construtibilidade é um dos factores com maior influência na qualidade de um projecto, com um grau de influência de 8,37, numa escala crescente de 1 a 10 [David Ardití, H. Murat Gunaydin – JCEM –1998].

Para o aumento da qualidade de um projecto de construção têm influência factores relacionados com o conceito da construtibilidade, como:

- ☞ O incremento do recurso à construção modular e standarizada;
- ☞ O uso de especificações de projecto consistentes, concisas e coerentes;
- ☞ A aplicação e empenho de todos os participantes no projecto.

Quadro 3 : Factores que afectam a Qualidade do projecto na fase de concepção
[David Arditi, H. Murat Gunaydin – JCEM –1998].

Posição ordenada por grau de importância	Factores	Grau de influência *
1	Cooperação entre as partes	9.09
2	Especificações do projecto	8.90
3	Trabalho de equipa da equipa projectista	8.88
4	Capacidade de liderança do gestor de projecto	8.80
5	Seleccção da equipa projectista	8.55
6	Empenho da gestão	8.54
7	Plano de comunicação com o dono de obra	8.50
8	Construtibilidade	8.37
9	Orçamento do projecto	8.25
10	Plano de controlo e feedback da informação	7.60
11	Regras e práticas de desenho	7.39
12	Plano de codificação e opções da standarização	7.34
13	Experiência dos elementos da equipa de projecto	7.10
14	Os procedimentos e práticas habituais do gabinete de projecto	6.93
15	As características dos elementos da equipa	6.80
16	A formação dos elementos da equipa	6.13
17	Os métodos estatísticos eventualmente utilizados	5.50

* Escala de Influência de cada factor na qualidade do projecto

4. A IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE

4.1. Os procedimentos Informais

A um nível mais informal podem ser desenvolvidos procedimentos tipificados como as “revisões de projecto para a construtibilidade”, que podem ou não passar pela inclusão na equipa de gestão do projecto de um coordenador para a construtibilidade ou de um perito em construção.

Muitas vezes intituladas como um serviço para a construtibilidade ou como serviços da construtibilidade, as “*Revisões da Construtibilidade*”, são realizadas normalmente em dois ou três momentos diferentes e pré-definidos do período de desenvolvimento do projecto, entre as fases de estudo prévio e projecto de execução [John A . Gambatese , James F . Macmanus, JME –1999].

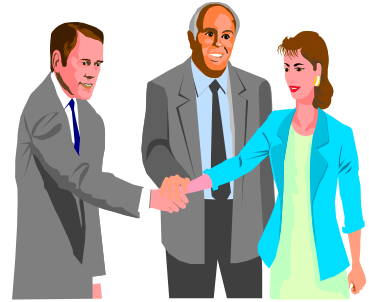
As reuniões da equipa de revisão da construtibilidade são programadas para estágios de 30, 60 e 90% de desenvolvimento do projecto e consistem na adequação dos princípios da construtibilidade a cada projecto, que pode ou não incluir a verificação de “*check-lists*” [John A . Gambatese , James F . Macmanus, JME –1999].

Os elementos da equipa de revisão da construtibilidade, devem ser elementos com reconhecida experiência de construção, a quem cabe reconhecer e entender os objectivos iniciais do projecto e dos projectistas, introduzindo neles o conceito da construtibilidade, de forma adequada, sem destruir a “ideia” ou o objectivo inicial, evitando guerras e atitudes menos saudáveis entre os projectistas e eles próprios.

☞ Quem devem ser os elementos da equipa de gestão da construtibilidade

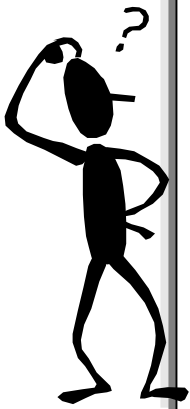
Quadro 4 : Os elementos da equipa da construtibilidade

- Não devem ser apenas os disponíveis no momento;
- Devem possuir maturidade, experiência e conhecimentos de construção reconhecidos;
- Largo reconhecimento e respeito;
- Serem bons comunicadores e habituados ao trabalho em equipa;
- Todas as exigências em termos de habilitações e outras qualificações devem ser expressas nos documentos para contratação;
- Devem possuir experiência de projecto;
- Devem ser capazes de objectivamente avaliar as alternativas de concepção e construção;
- Devem ser pessoas receptivas a novas ideias;
- Devem ser capazes de medir e avaliar o impacto da construtibilidade nos objectivos de projecto



À fase de concepção estas check-lists aconselham muitas vezes a aplicação dos 10 mandamentos da “filosofia KISS “:

Quadro 5 : Filosofia KISS



Keep it straight and simple;
Keep it same size;
Keep it shop standard;
Keep it square and squatty;
Keep it specification simple;
Keep it standard size;
Keep it support simple;
Keep it standards simple;
Keep it schedule sacred;
Keep it suitable for site.

MÉTODOS PARA SIMPLIFICAR A CONCEPÇÃO

- Usar um número mínimo de componentes, elementos ou partes;
- Uso de materiais em tamanhos e configurações comuns;
- Garantir ligações e processos de montagem e fixação simples, com poucas exigências de mão de obra ou de controlo de condições atmosféricas;
- Garantir no projecto margens de ajuste ou tolerância dimensional para as actividades em obra;
- Uso de soluções de concepção que minimizem a interdependência entre as tarefas e actividades em obra.

4.2. Os Procedimentos Formais

Estas metodologias mais formais designam-se os “ Programas da Construtibilidade”. São diferentes entre si, em função de variáveis como o tipo de projecto, as características da organização detentora do programa, etc.. Russel and Gugel –1993- indicam e caracterizam seis condições para a aplicação otimizada destes programas:

- ☞ O envolvimento da equipa;
- ☞ O tipo de suporte funcional ou ferramentas do programa;
- ☞ As relações contratuais entre os participantes ;
- ☞ O planeamento da construtibilidade;

- ☞ A implementação da construtibilidade;
- ☞ As metodologias de avaliação e inspecção do desempenho do programa.

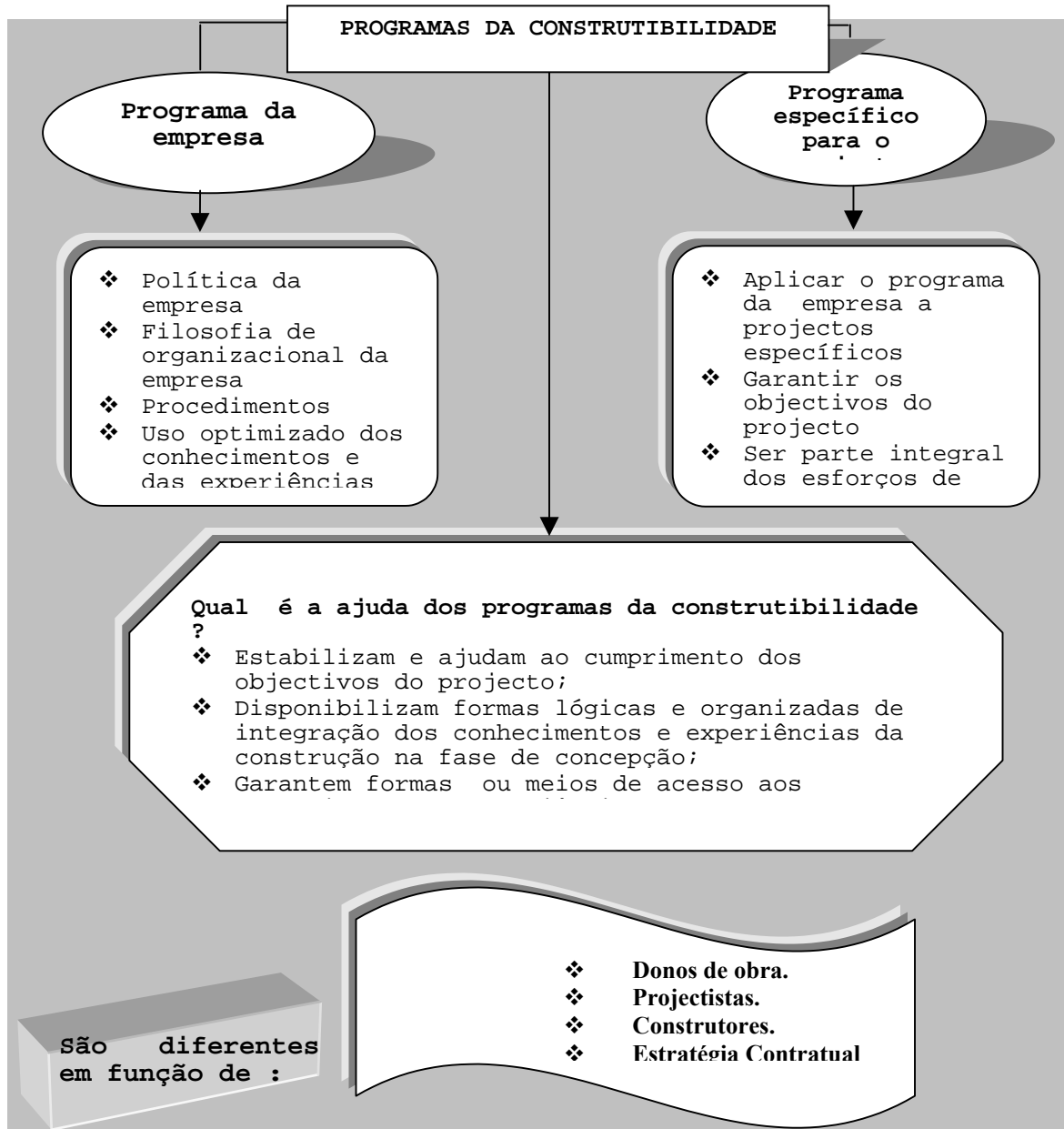


Figura 1 : Os Programas da Construtibilidade

5. OS BENEFÍCIOS E OS CUSTOS DA CONSTRUTIBILIDADE

5.1. Os Benefícios

Os benefícios da construtibilidade podem ser qualitativos ou quantitativos e são em geral de difícil quantificação. A sua medição passa pela avaliação das economias obtidas através do contorno de anulação do problema ou do facto de o mesmo ter sido evitado. Este registo depende obviamente de factores como as capacidades da equipa de gestão do projecto, bem como de outros factores.

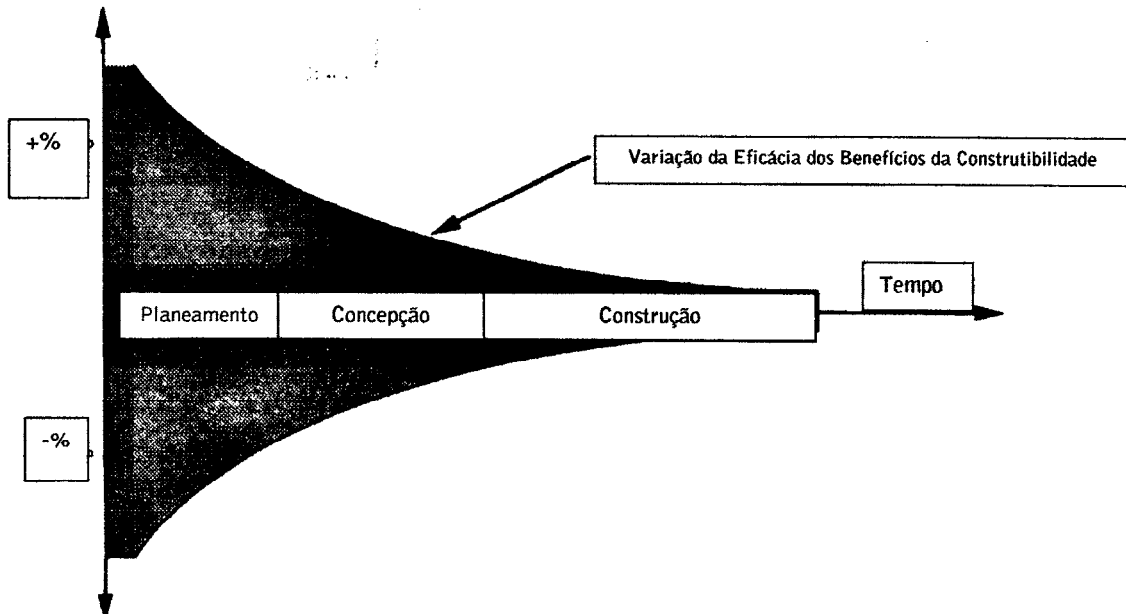


Figura 2 : A variação da eficácia dos benefícios da construtibilidade ao longo do ciclo de vida do projecto [CII – Benefits and Costs of Constructability: four case studies]

Os benefícios são ainda identificados com:

- ☞ A melhoria das relações entre os participantes no projecto;
- ☞ O aumento da segurança;
- ☞ A redução dos defeitos e das dúvidas e revisões no projecto;
- ☞ A redução do período necessário à concepção e revisão do projecto;
- ☞ A redução do nº de disputas e contenciosos em obra.

Os benefícios da construtibilidade aumentam significativamente se o trabalho da construtibilidade se iniciar cedo no período de vida do projecto.

Os benefícios quantificáveis incluem [CII – Benefits and Costs of Constructability: four case studies]:

- ☞ 1/10 de redução nos custos do projecto;
- ☞ 5/10 de redução no tempo do projecto;
- ☞ 10/1 benefícios/custos documentados .

Existem obviamente benefícios qualitativos, ao nível da segurança, da qualidade, da funcionalidade e outras características do projecto.

5.2. Os Custos

Os custos da construtibilidade são distribuídos nos custos das horas de trabalho na construtibilidade e custos dos programas da construtibilidade. Os primeiros englobam os custos dos participantes no projecto, os segundos são relativos aos custos da gestão e manutenção de bases de dados, planos de comunicação e outros procedimentos da construtibilidade, associados à manutenção do processamento normal do programa da construtibilidade.

O rácio de *benefícios / custos* de *10/1* é apontado como resultado de vários estudos [CII – Benefits and Costs of Constructability: four case studies] sobre vários case studies, baseados em benefícios documentados e quantificáveis de forma estimada. Nestes estudos os custos finais dos projectos apresentam reduções de 1,1% até 10,7%, com a aplicação das metodologias da construtibilidade.

6. CONCLUSÕES

A aplicação do conceito da construtibilidade na construção pode envolver mudanças que deverão preferencialmente operar-se no âmbito de modelos de gestão e aplicação dos princípios enunciados. Esses modelos pretendem garantir a eficácia daquela ferramenta de gestão nos ambientes correntes de recursos humanos materiais e financeiros em que se enquadram a maioria dos projectos de construção.

Naturalmente que a aplicação desses modelos carecerá da introdução nas equipas de gestão da função de coordenação para a construtibilidade a quem caberá a tarefa de implementação do modelo e a sua integração nos restantes procedimentos da gestão de projectos.

A construtibilidade pode envolver mudanças:
“A atempada integração dos conhecimentos e experiências da construção em todas as fases” do projecto
“O empenho da gestão”
“A implementação ao nível da organização da empresa”
“A implementação ao nível específico do projecto”



REFERÊNCIAS

- Sadi Assaf, Abdul – Mohsen Al – Hammad, and Mansoor Al – Shihah, - *Effects of faulty Design and Construction on Building Maintenance*, J. of Performance of Constucted Facilities , Nov. / 1996;
- James O’Connor, Richard Tucker, - *Industrial Project Constructability Improvement*, J. Const. Eng. Anda Mang. – March /1986;
- James T. O’Connor, Stephen E. Rusch, Martin J. Schulz, - *Constructability Concepts for Engineering and Procurement*, J. of Const. Eng. And Mang. , June / 1987;
- Martin Fisher, C.B. Tamtum, - *Characteristics of Design – Relevant Constructability Knowledge*; J. Const. Eng. Anda Mang. – Sept/1997;
- Thomas E. Glavinich, - *Improving Constructability During Design Phase*, J. of Archi. Eng. , June / 1995;
- John A. Gambatese and James Mcmanus, - *The Constructability Review Process: A constructor’s Perspective*, J. Management in Engineering, Jan/ Feb / 1999;
- G. E. Gibson Jr. , C. I. McGinnis, - *Constructability in Public Sector*, J. Const. Eng. And Mang. Sept/1996;
- Eric J. Hanlon, Victor Sanvido, - *Constructability Information Classification Scheme* , J. Construction Eng. And Mang. , December/1995;
- Harvey A. Kagan, - *How Designers can Avoid Construction Claims* , J. of Professional Issues in Engineering, July /1985;
- Roy Mendelsohn, - *The Constructability Review Process: A Constructor’s Perspective*, J. of Mang. In Enge.. May/June /1997;
- Michael W. Radtke and Jeffrey S. Russell, - *Project-Level Model Process for Implementing Constructability*, J. of Constr. Eng. And Mang. , Dec. / 1993;
- Jeffrey S. Russell, and John G. Gugel, - *Comparison of two Corporate Constructability Programs*, J. Const. Eng. And mang. , Dec / 1993;
- Jeffrey S. Russell, John G. Gugel, - *Comparative Analisis os three Constructability Approaches*, J. const. Eng. And Mang. March / 1994;
- Felix T. Uhlik, Georgina V. Lores, - *Assessment of Constructability Pratices Among General Contractors*, J. of Architectural Engineering, Sept. / 1998.