

ANÁLISE DE UM MODELO PARA A GESTÃO DA CONSTRUTIBILIDADE EM PROJECTOS DE EDIFÍCIOS PARA ESCOLAS DO ENSINO SUPERIOR EM PORTUGAL

Maria Helena A. C. Campos, José M. Cardoso Teixeira

Universidade do Minho, Serviços Técnicos, Campus de Gualtar, 4700-057 Braga, Portugal, Universidade do Minho,
Departamento de Engenharia Civil Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
mhcampos@stec.uminho.pt; jct@civil.uminho.pt

Resumo

A Construtibilidade é definida pela 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 e garantir o cumprimento dos objectivos do projecto.

O entendimento deste conceito, das suas leis fundamentais, das principais metodologias de implementação, bem como da sua evolução teórica ao longo das últimas décadas, permite reconhecer como falhas da construtibilidade muitos dos principais problemas dos projectos de construção actualmente. Estas falhas da construtibilidade são frequentes também nos projectos de construção de escolas ou outros edifícios para o ensino superior público em Portugal.

O conhecimento detalhado destes problemas, por parte de um dos autores, serviu como base de estudo e caracterização de uma metodologia de carácter informal para a implementação da construtibilidade a este tipo de projectos de construção, baseada num Modelo de Revisões da Construtibilidade que procura gerir a aplicação organizada de um conjunto de check-lists, organizadas para cada uma das principais especialidades destes projectos e de aplicação específica a cada uma das fases de desenvolvimento dos projectos.

Palavras-chave: construtibilidade.

1 Introdução

A construtibilidade tem vindo a ser estudada por diversos autores desde o início da década de oitenta. Os primeiros trabalhos realçavam a aplicação do conceito às empresas e aos projectos, apresentando recomendações, casos práticos ou condições que, se assumidas durante a fase de concepção, melhorariam a eficiência do processo construtivo (Tantum –1987)[18].

Um dos primeiros artigos mostrando a importância da inserção dos conhecimentos construtivos na fase de concepção e explicando como as decisões tomadas na fase de concepção influenciam a construção e os seus custos, foi apresentado em 1976, por Boyd Paulson [49].

A construtibilidade tinha, nessa altura, uma componente essencialmente prática, e os trabalhos apresentados sobre o tema, eram na sua maioria um resumo de recomendações para a melhoria de

aspectos particulares, traduzidas sob a forma de listas, mais ou menos detalhadas (Martin Fisher and C . B. Tatum-1997)[1]. Estas recomendações, que tinham implicações importantes nas decisões a tomar na fase de concepção, não tinham frequentemente background científico, nem fundamento no conceito da construtibilidade.

Para entender a importância que a construtibilidade assumiu, é interessante avaliar os resultados do desempenho da Indústria da Construção Norte Americana e Britânica. Conforme é referido em Emmerson / 1962,[19] esta avaliação permitiu concluir que um dos factores responsáveis pelos complexos problemas que aquela indústria enfrentava na altura, era a falta de integração entre a construção e o projecto ou concepção.

Desde 1980 e até meados da década de noventa, grande parte da investigação sobre a construtibilidade desenvolveu-se através do Construction Industry Institute (CII) nos EU. Esta organização formou em 1986 uma *task force* que, durante o seu trabalho, identificou várias metodologias de aplicação do conceito da construtibilidade. Foram clarificados alguns dos procedimentos mais importantes, elaboradas *checklists*, muitas delas de carácter empírico e outras resultantes do trabalho de investigação desta *task-force*. Reconheceram-se também as diferenças, muitas vezes encontradas, entre a realidade do projecto e os objectivos iniciais dos clientes e identificaram-se vários procedimentos ou caminhos para a construtibilidade, aplicáveis a diferentes momentos da vida dos projectos, como as fases de planeamento, de concepção, de adjudicação do projecto e de construção. Este trabalho permitiu elevar o tratamento científico dado até então ao conceito da construtibilidade, que deixou de ser encarada, como uma lista de regras particulares a aplicar aos projectos, mas, pelo contrário, encorajando o pensamento criativo e a investigação científica sobre este tema, na perspectiva da melhoria das oportunidades de desenvolvimento e desempenho da construção.

No seu trabalho em 1987, Tatum[18] referia-se a esta *task force* do CII como colaboradora numa série de estudos, que defendiam e reconheciam os benefícios da antecipação da aplicação dos conhecimentos e experiências construtivas, nomeadamente, aos momentos iniciais do projecto.

O trabalho de O'Connor e Davis em 1988[20] estendia a aplicação dos conhecimentos sobre a construtibilidade às operações de campo, isto é, à fase de construção, classificando esta metodologia como a chave para a eficiência da construção e a afirmação de todos os objectivos do projecto.

A construtibilidade começava a ser entendida como algo que não se resume a um conjunto de regras, mais ou menos empíricas, que se devem aplicar a determinadas decisões a tomar na fase de concepção, mas tem uma dimensão muito mais abrangente e por isso deve ser aplicada a todas as fases do ciclo de vida dos projectos de construção.

Um dos seis princípios básicos da construtibilidade apresentados pela *task-force* do CII recomenda a introdução do conceito da construtibilidade logo nas fases iniciais da concepção. Também O' Connor et. Al. em 1987[22] e Glavinich em 1995[21] defendiam a aplicação da construtibilidade às fases iniciais do projecto, como forma de aumentar as possibilidades de sucesso na aplicação deste conceito e dar maiores garantias para a escolha dos melhores processos e métodos de construção.

O carácter transversal deste conceito ao longo do projecto de construção leva a que deva ser entendido e abraçado por todos os intervenientes. Nesta linha de pensamento, no estudo de Tatum, Vanegas, Williams em 1986[5], são caracterizadas cinco condições básicas para a implementação do conceito da construtibilidade:

- ◆ compromisso de todos no aumento da eficiência do investimento;
- ◆ abordagem dos objectivos do projecto, por via da construtibilidade;
- ◆ receptividade dos projectistas.
- ◆ envolvimento dos conhecimentos e experiências construtivas;
- ◆ adequada preparação da obra;

Num dos poucos livros inteiramente dedicados à construtibilidade, Ferguson (1989)[2] aponta uma série de recomendações e regras de actuação que devem ser atendidas se se pretender construir adequadamente o que se projecta. Propõe também uma metodologia de desenvolvimento da concepção em quatro etapas:

- ◆ projecto das sub-componentes, respectiva identificação e localização;
- ◆ projecto das componentes, respectiva identificação e localização;
- ◆ projecto de interface entre componentes e sub-componentes;
- ◆ projecto de interface entre componentes (elementos fixos).

Para além da consideração dos aspectos de aplicação prática do conceito da construtibilidade, regista-se, também, investigação abundante sobre o tema desde a década de 1980.

No trabalho de Felix Utilik e Georgina Lores em 1998[23] propõe-se uma divisão da investigação realizada em dois grandes grupos:

- ◆ princípios da construtibilidade, definição do termo e metodologias para a sua implementação;
- ◆ definição de programas da construtibilidade.

No campo da definição dos princípios, O' Connor e Tucker em 1986[23] dedicaram os seus estudos à investigação das fases de pormenorização do projecto e da escolha dos intervenientes, e identificaram direcções para a melhoria da construtibilidade. Paralelamente Tatum, Vanegas, Williams[5] estabeleceram alguns dos seus princípios básicos, posteriormente desenvolvidos pelo CII [30] em 1990 e em 1992.

No trabalho de Hanlon e Sanvido em 1995[24] identificam-se quatro áreas principais de investigação sobre o tema:

- ◆ necessidade de reconhecimento;
- ◆ benefícios e exigências determinantes;
- ◆ desenvolvimento de check-lists;
- ◆ recolha de informação e classificação.

A área mais desenvolvida tem sido a criação de check-lists. No que se refere à recolha e classificação da informação, referem-se, entre outros, os trabalhos apresentados por Fisher em 1991 – *Preliminary design of reinforced concrete structures*[25], Bocke em 1990 – *Reinforced concrete walls, columns, foundations and footings*[26], Touran em 1988- *Concrete formwork design*[27], O'Connor et al em 1987- *Engineering and procurement of electrical, instrumentation, piping and structural work*[22], Tantum et al em 1986- *Préfabrication, preassembly, and modularization*[27] e Hanna em 1989- *Construction rules for selecting vertical and horizontal formwork systems*[29].

2 Projecto de edifícios para o ensino superior em Portugal

A construção de edifícios e infraestruturas para o ensino superior público em Portugal sofreu nas últimas duas décadas um desenvolvimento significativo, sustentado na disponibilização de financiamentos comparticipados até 75% pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (Feder).

As diferentes Universidades em Portugal viram-se assim no papel de donos de obra, com programas de construção a cumprir, durante um prazo pré-determinado pela Tutela.

As diferenças entre a capacidade técnica de cada um destes donos de obra e das suas equipas de acompanhamento de projecto, semearam entre as várias Instituições de ensino superior de Portugal desníveis assinaláveis, em resultado das diferentes capacidades de execução e de aplicação do financiamento disponibilizado.

As disposições legais que as Instituições Públicas em Portugal devem cumprir por exemplo para a escolha da empresa construtora, não incentiva o modelo de contratação concepção-construção, muito pelo contrário. Desta forma, o dono de obra, do sector público, normalmente contrata, numa primeira fase, a equipa de projecto, no âmbito de um procedimento administrativo de concurso público e, numa segunda fase, depois de concluído o projecto até à fase de projecto de execução, a empresa construtora, no âmbito de um procedimento administrativo semelhante ao anterior. A separação entre

estas duas fases é, em muitos casos total, especialmente, quando o dono de obra não dispõe de uma equipa própria para assegurar o acompanhamento do projecto e a continuidade da transmissão da informação ao longo do projecto, ou quando, em alternativa à falta desta equipa, este não contrata no exterior a prestação necessária destes serviços.

A qualidade do projecto contratado deste modo por estes donos de obra é algo que nem sempre se tem por garantida, o que na maioria dos casos é devido:

- ◆ à deficiente execução do programa preliminar, sem uma caracterização objectiva e sustentada dos objectivos do dono de obra para o projecto;
- ◆ à obrigatoriedade, determinada pela Tutela, que aprova os projectos e autoriza os diferentes procedimentos administrativos, no cumprimento de indicadores físicos e espacialmente financeiros desactualizados e não compatíveis com a crescente complexidade técnica imposta por normativos legais a que os projectos devem obedecer;
- ◆ os objectivos de quem projecta para o projecto nem sempre são os objectivos do dono de obra para o projecto, são antes e, na maioria dos casos, pequenos objectivos pessoais ou o cumprimento de metas individuais;
- ◆ a falta ou total ausência do espírito de trabalho em equipa;
- ◆ a falta ou total ausência de coordenação entre toda a informação do projecto, no âmbito das várias especialidades;
- ◆ a percepção de quem projecta de que a resolução de pormenores, detalhes e outras decisões da concepção, deve caber ao construtor na fase de obra;
- ◆ a informação de projecto, na sua fase de projecto de execução, não é na maioria dos casos coesa, coordenada, clara e objectiva, sendo frequente que a informação das peças escritas do projecto seja diferente da das peças desenhadas, ou vice-versa (figura 1).

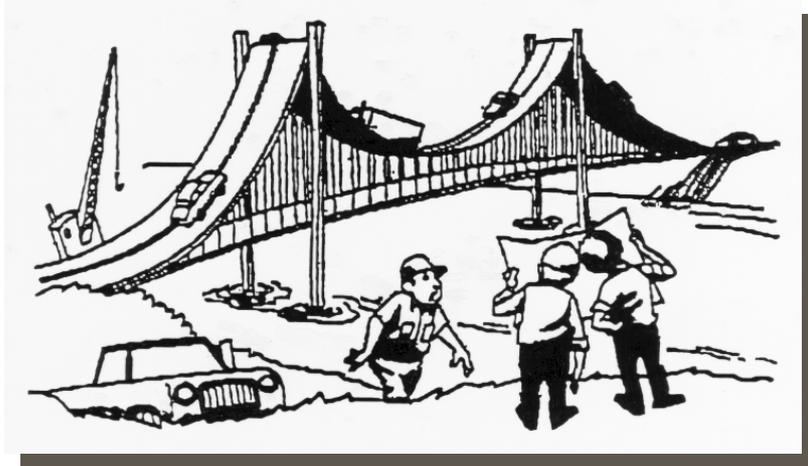


Figura 1 – Onde foi que nos enganamos? (adaptado de [61]).

Estes donos de obra quando finalmente obtêm os documentos que a equipa projectista define como constituintes do “projecto de execução”, caminham com rapidez para a contratação da obra, porque normalmente o planeamento temporal, previsto no programa de co-financiamento, já não está nesta fase a ser cumprido e os atrasos já são significativos.

As eventuais falhas no projecto de execução, que é apresentado aos vários concorrentes no âmbito de um concurso público para adjudicação da obra, não serão na sua maioria detectadas pelas empresas concorrentes no período de preparação das respectivas propostas, porque este é, por imposição legal,

demasiado curto, deixando ao construtor pouco tempo para rever todas as peças desenhadas e escritas em detalhe, inspeccionar a sua correcção, coordenação e coesão global.

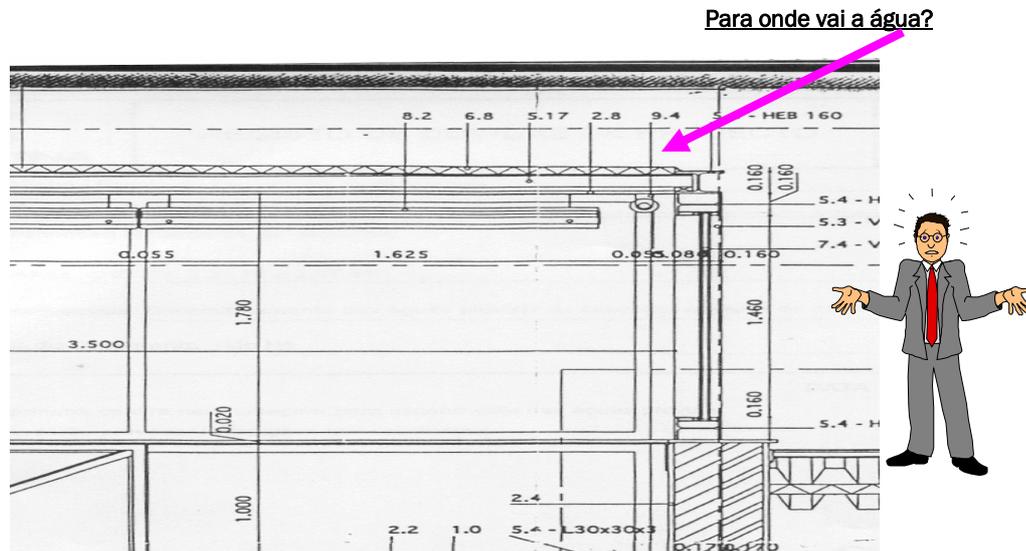


Figura 2 – Um pormenor menos bem resolvido!

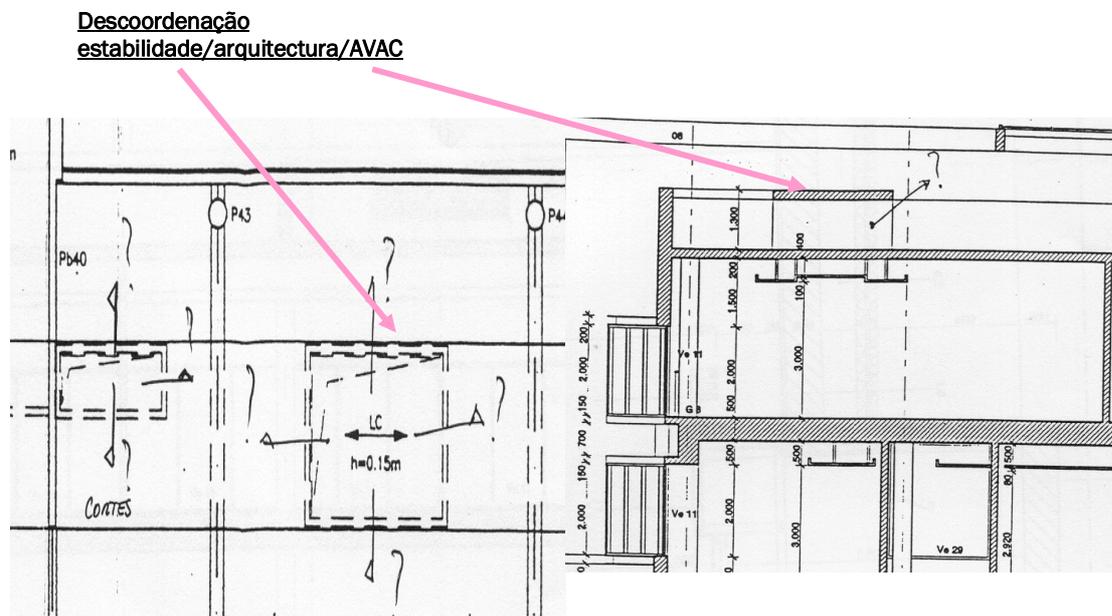
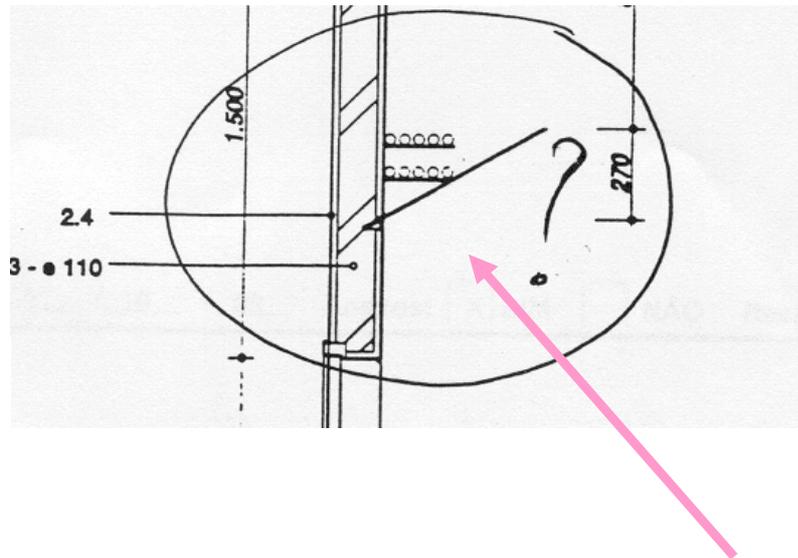


Figura 3 – Descoordenação entre as diferentes especialidades de projecto.



O que é isto ?

Figura 4 – Deficiente pormenorização de projecto!

O regime de contratação da obra no sistema público é normalmente o regime de preço global, no âmbito do qual as empresas concorrentes devem apresentar preços unitários para as várias tarefas caracterizadas e quantificadas no projecto e, com base nestes apurar o preço global da sua proposta a apresentar em concurso.

Adicionalmente o quadro legal em vigor embora permita aos donos de obra estabelecer um critério de adjudicação para a obra, que não seja unicamente o preço mais baixo, o certo é que, as dificuldades financeiras existentes, muitas vezes resultantes da aplicação de rácios e indicadores financeiros desadequados na fase de aprovação dos projectos, associados à constatação de que a autorização solicitada à Tutela e às Instituições de verificação do procedimento administrativo e legal, é muito mais rápida no caso de a proposta de adjudicação ser feita à proposta de mais baixo preço, não incentiva à aplicação de outros mecanismos ou critérios de adjudicação.

Nem sempre a proposta de mais baixo preço constitui a que melhor defende os interesses do Estado, sobretudo porque na grande maioria dos casos reflecte a intenção de um construtor em ganhar a obra para depois, durante a sua execução, confrontar o dono de obra com dúvidas e erros de projecto, que ele não avaliou, durante a preparação da sua proposta, por opção sua ou porque por manifesta deficiência técnica ou falta de tempo não os detectou (figuras 2 a 4).

A resolução durante a obra de problemas ou deficiências do projecto pode tomar proporções dramáticas quando o construtor não tem capacidade, nem está preparado para assumir a resolução capaz destas questões menos claras do projecto. Todas estas situações mesmo que não se traduzam em aumentos de custos para o dono de obra, o que normalmente acontece, provocam sempre alterações nos ritmos das frentes de trabalho, uma ineficiente aplicação dos recursos e inevitáveis atrasos no prazo de execução da obra.

Contudo a responsabilidade de quem projecta não se esgota no momento em que entrega o projecto de execução, tem continuidade durante a fase de construção, na medida em que, quem projecta deve acompanhar a construção do que projectou, assistindo a fiscalização e os outros intervenientes durante a construção, de forma a facilitar o entendimento da informação do projecto, esclarecer eventuais dúvidas e clarificar melhor algumas soluções do projecto.

As escolas de ensino superior, assim construídas, entram em funcionamento com atrasos significativos e frequentemente com derrapagens financeiras mais ou menos assinaláveis.

A melhoria deste estado de coisas passa em grande parte pela melhoria da qualidade dos projectos, mas também pela implementação de procedimentos de gestão organizados que assegurem o total acompanhamento, verificação e inspecção das diferentes fases do projecto e da obra, de forma a garantir a coordenação, a clareza, a coesão, a adequação tecnológica e a adequação aos objectivos de toda a informação do projecto. Será este já um passo de gigante para o cumprimento dos princípios da construtibilidade.

3 O modelo de gestão da construtibilidade em projectos de edifícios para o ensino superior

A implementação do conceito de construtibilidade aos diferentes procedimentos conduzidos por este tipo de donos de obra, desde a fase de preparação do projecto até à fase de construção, (ver figura 5) poderá constituir-se como uma ferramenta útil na melhoria da qualidade dos projectos e sobretudo contribuir para uma melhor preparação e adaptação do projecto à construção.

Atendendo aos cenários de contratação definidos no capítulo anterior, a implementação da construtibilidade para ser garantida e assumida eficazmente deverá constituir-se num objectivo essencial do dono de obra, a quem deverá caber a definição de uma política da construtibilidade, dentro da sua organização funcional, e a divulgação dos conhecimentos da construtibilidade dentro da sua organização funcional.

É essencial que as instituições de ensino superior, no seu papel de donos de obra, assumam a construtibilidade como um objectivo básico a garantir nos seus projectos de construção de escolas ou outros edifícios.

A implementação da construtibilidade deverá ser assumida de forma diferenciada, consoante a instituição de ensino superior disponha ou não de uma equipa de técnicos própria, inserida na sua organização funcional, à qual possa ser atribuída eficazmente a gestão e a coordenação da construtibilidade.

Tudo dependerá da qualidade dos técnicos que compõem esta equipa, da qualidade dos seus conhecimentos e experiência profissional, da disponibilidade destes técnicos, do tempo que podem dispensar a cada projecto e finalmente da forma como a equipa está organizada e pode ser organizada para os objectivos de cada projecto.

É essencial que estes donos de obra contratem a coordenação da construtibilidade e o acompanhamento e a gestão dos seus projectos a uma equipa específica, identificada com as funções a desempenhar e com os objectivos do dono de obra para cada projecto, seja esta equipa a sua própria equipa ou uma outra contratada no exterior.

Dentro desta equipa deve ser identificado o elemento que assumirá o papel de coordenador da construtibilidade.

Trata-se de uma equipa que deve iniciar funções, no âmbito de cada projecto, nos momentos básicos, isto é, preferencialmente, antes da fase de elaboração do Programa Preliminar. É por isso uma equipa distinta da equipa de projecto e que trabalhará em conjunto com esta e com o dono de obra até à fase de construção.

Constituída esta equipa e identificado o seu coordenador a aplicação do modelo de gestão da construtibilidade ficará a seu cargo, devendo ser garantido o cumprimento de quatro etapas essenciais, identificadas na figura 5:

- a) adequação dos critérios de selecção dos técnicos para o projecto.
- b) revisão dos documentos preliminares ou de planeamento.
- c) definição de um plano de controlo dos documentos da concepção.
- d) revisão do processo para adjudicação da obra.

O cumprimento dos objectivos do Modelo de Gestão da Construtibilidade em cada uma das fases previstas para a sua aplicação é algo que a equipa da construtibilidade executa com o auxílio de Check-lists pré-definidas, que se constituem como as ferramentas práticas para a implementação deste

modelo de gestão. O modelo prevê a aplicação de vinte check-lists e determina o momento da vida do projecto e os documentos do projecto que devem ser atendidos na aplicação de cada uma das check-lists.

O Modelo de Gestão da Construtibilidade desenvolvido prevê que o trabalho da equipa da construtibilidade decorra para a sua implementação com recurso a ferramentas, identificadas no modelo (check-lists), conforme se descreve no quadro 1.

A identificação de não conformidades determina que o projecto não retoma o seu normal desenvolvimento, sem que estas não conformidades sejam sanadas e aceites pela equipa da construtibilidade.

Quadro 1 – Lista descritiva das check-list do modelo de gestão da construtibilidade proposto.

Designação da check-list	Tema / Fase de aplicação
Check-list A	Controlo de documentos do projecto
Check-list B/ 1	A informação produzida no âmbito da análise da viabilidade do projecto
Check-list B/2	A informação do programa preliminar do projecto
Check-list C/1	A informação para os contratos de prestação de serviços
Check-list C/2	A informação relativa aos controlo financeiro e de planeamento do projecto
Check-list E.P./1	A informação do projecto de arquitectura – fase de estudo prévio
Check-list E.P./2	A informação do projecto de estabilidade – fase de estudo prévio
Check-list E.P./3	A informação do projecto de redes de fluidos – fase de estudo prévio
Check-list E.P./4	A informação do projecto de climatização – fase de estudo prévio
Check-list E.P./5	A informação do projecto de instalações eléctricas – fase de estudo prévio
Check-list A.P./1	A informação do projecto de arquitectura – fase de ante-projecto
Check-list A.P./2	A informação do projecto de estabilidade – fase de ante-projecto
Check-list A.P./3	A informação do projecto de redes de fluidos – fase de ante-projecto
Check-list A.P./4	A informação do projecto de climatização – fase de ante-projecto
Check-list A.P./5	A informação do projecto de instalações eléctricas – fase de ante-projecto
Check-list P.E./1	A informação do projecto de arquitectura – fase de projecto de execução
Check-list P.E./2	A informação do projecto de estabilidade – fase de projecto de execução
Check-list P.E./3	A informação do projecto de redes de fluidos – fase de projecto de execução
Check-list P.E./4	A informação do projecto de climatização – fase de projecto de execução
Check-list P.E./5	A informação do projecto de instalações eléctricas – fase de projecto de execução

4 Perspectivas de implementação

O modelo de gestão da construtibilidade tem características que o distinguem de um programa formal para a construtibilidade. É, pelo contrário, um conjunto organizado de procedimentos de gestão e revisão da documentação do projecto, com vista à verificação da sua construtibilidade, de grande simplicidade de aplicação e de integração na maioria dos planos de gestão documental das diferentes organizações intervenientes no projecto.

A opção tomada na criação de um modelo deste tipo resultou fundamentalmente da análise dos resultados obtidos na resposta a um inquérito desenvolvido junto dos profissionais do sector em Portugal, onde se constatou o total desconhecimento do conceito da construtibilidade e ainda uma grande ausência de procedimentos técnicos reconhecidos e organizados para a gestão dos projectos de construção.

É em Portugal comum reconhecer-se o tradicional hábito português de “ fazer tudo e deixar tudo para fazer no último minuto do prazo previsto “. Ora, uma metodologia de trabalho assim alicerçada, que dramaticamente destrói o conceito teórico de planeamento de tarefas, não nos deixa ficar muito optimismo quanto à rápida implementação do conceito e deste modelo proposto para a sua gestão.

Ainda assim, sendo a aplicação de check-lists neste modelo uma tarefa simplificada, a valia técnica das mesmas permite-nos guardar algum optimismo relativamente ao facto de que utilizando uma vez, se irá procurar para utilizar de novo. Isto porque os ganhos para a qualidade do projecto, resultantes da aplicação deste modelo serão evidentes desde o primeiro momento.

Os pressupostos técnicos utilizados na elaboração destas check-lists foram os de procurar organizar um conjunto alargado de decisões técnicas comuns em projectos de edifícios para o ensino superior e verificar para cada uma o cumprimento dos objectivos da construtibilidade.

Contudo esta proximidade nunca levou a que até ao momento em Portugal o ministério responsável por estas construções procurasse criar normativos gerais, capazes de regular e ordenar a documentação dos vários projectos que se vão construindo e a sua informação e ao mesmo tempo procura-se normalizar soluções padrão para diferentes aspectos da concepção, que hoje, decorridos vários anos de construção e vários projectos, já são possíveis identificar e valorizar face a outras que entretanto se revelaram desadequadas.

A standardização não é facilmente aceite em Portugal. Em regra é apontada como inimiga da criatividade e, por isso, os nossos arquitectos, engenheiros e todos os envolvidos em projectos de construção pretendem criar uma peça única em cada edifício que projectam, sobretudo se for uma obra pública, já que o sector da construção com iniciativa privada é muito limitado em Portugal. Assistimos todos, todos os dias, à construção de autênticas “peças de assinatura” que são regra geral muito elogiadas no momento da inauguração, mas às quais se associam desvios financeiros, temporais, deficiências de manutenção e de exploração, entre outras.

A implementação deste modelo e a melhoria da qualidade deste tipo de projectos poderiam ser conseguidas com maior rapidez se ao nível central, onde está sedeada a responsabilidade de aprovar estes projectos, se começasse por valorizar o cumprimento de objectivos como o da construtibilidade, aliado a outros como o da garantia de segurança dos edifícios projectados na perspectiva do utilizar futuro, entre outros.

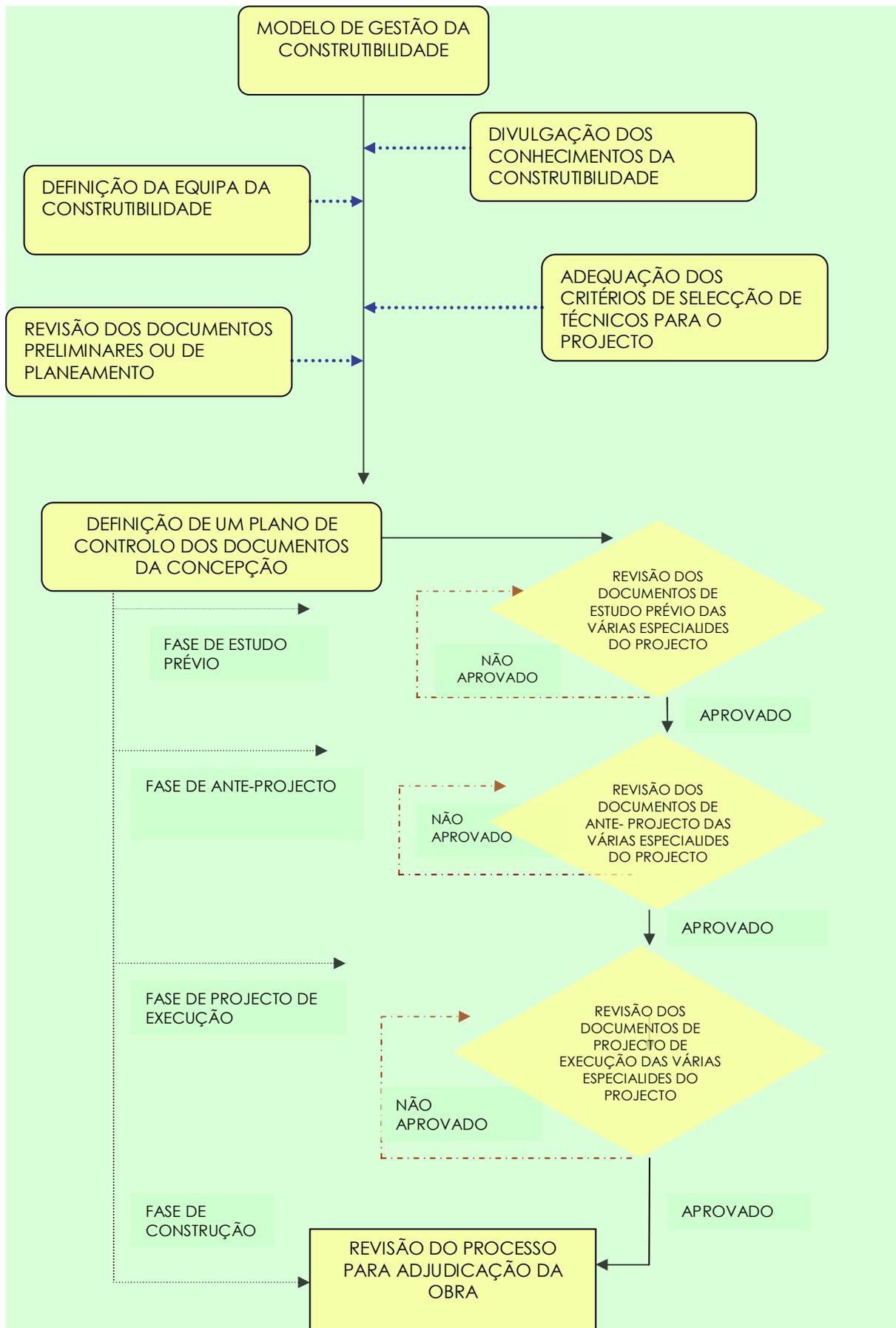
Para além dos normativos básicos e da definição de documentação tipo, a utilizar nos projectos de construção, poderá ser incentivada uma dinâmica própria de implementação deste modelo de gestão, em função das características de cada instituição de ensino superior e da sua equipa, enquanto donos de obra.

A avaliação do comportamento e do desempenho deste modelo entre as várias instituições, permitirá, numa avaliação conjunta, corrigir deficiências e valorizar os melhores comportamentos.

Os custos associados à implementação deste modelo, assumidos a nível central, no âmbito de uma definição política assumida, seriam mais facilmente aceites porque se traduziriam no limite em valores inferiores dos que eventualmente resultariam de uma implementação individualizada em cada instituição de ensino superior.

A qualidade de projectos de edifícios para o ensino superior poderia assim ser melhorada, do ponto de vista da construtibilidade, enquanto paralelamente se promovia a divulgação do conceito pelas diferentes equipas de projecto a nível nacional.

Figura 5 – O Modelo de Gestão da Construtibilidade.



REFERÊNCIAS

- [1] Martin Fisher, Associate Member ASCE, and C.B. Tatum, Fellow ASCE; 1997, Characteristics of Design – Relevant Constructability Knowledge Journal of Construction Engineering and Management, Vol 123, No3, September 1997.
- [2] Ferguson I., 1989, Buildability in practice, Mitchell's Professional Library, London, England, 1989.
- [5] C. B. Tatum, J. A. Vanegas, J.M. Williams, 1986, Constructability improvement during conceptual planning, Stanford University, CII, Doc 4, Março 1986.
- [18] Clyde B. Tatum, F. ASCE; 1987, Improving Constructability During Conceptual Planning, Journal of Construction Engineering and Management, Vol 113, No2, June 1987.
- [19] Emmerson H. (1962), Survey of problems before the construction industries, Rep. prepared for the Minister of Works, Her Majesty's Stationary Office, London, UK9.
- [20] O'Connor, J.T. and Davis, V.S. (1988), Constructability improvement during field operation's, Rep. Constr. Industry Inst. (CII), Univ. of Texas at Austin, Tex.
- [21] Thomas E. Glavinich, Member ASCE; 1995, Improving Constructability During Design Phase, Journal of Architectural Engineering Vol 1, No 2, June 1995.
- [22] James T. O'Connor, Associate Member ASCE, Stephen E. Rusch, and Martin J. Schulz; 1987, Constructability Concepts for Engineering and Procurement, Journal of Construction Engineering and Management, Vol 113, No2, June 1987.
- [23] Felix T. Uhlik, Member ASCE, and Georgina V. Lores, Associate Member ASCE; 1998, Assessment of Constructability Practices Among General Contractors, Journal of Architectural Engineering, Vol 4, No 3, September, 1998.
- [24] Eric J. Hanlon, and Victor E. Sanvido, Associate Member ASCE; 1995, Constructability Information Classification Scheme, Journal of Construction Engineering and Management, Vol 121, No4, December 1995.
- [25] Fischer, M. (1991), Constructability improvement for the preliminary design of reinforced concrete structures, PhD Thesis, Dept. of Civ. Engrg. Stanford Univ. Stanford, Calif.
- [26] Boeke, E.H., Jr. (1990), Design for constructability: a contractor's view, Concr. Constr., 35 (2), 198-202.
- [27] Touran, A. (1988), Concrete formwork: constructability and difficulties, Civ. Engrg Practice, 3 (2), 81-88.
- [29] Hanna, A. S. (1989), An Interactive Knowledge based formwork selection system for buildings, Tech. Rep. N° 11, Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, Pa.
- [30] Constructability concepts file, CII, 1987-a, Publication 3-3-, University of Texas at Austin, Austin Tx.
- [49] Paulson, B.C. Jr. (1976), Designing to reduce construction costs J. Constr. Engrg. Mgmt. ASCE, 102 (4), 587-592.
- [61] Jeffrey S. Russell, PEPHD., CEE 596 Constructability Analysis apontamentos de um curso sobre constructibilidade.