

UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE MEDIDAS PARA A MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE

Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa⁽¹⁾; Paulo Roberto Pereira Andery⁽²⁾

(1) Arquiteta e Urbanista, mestranda Depto. de Engenharia de Materiais e Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, e-mail: patriciaefgb@ufmg.br

(2) Engenheiro, M.Sc., Dr., Professor do Depto. de Engenharia de Materiais e Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, e-mail: paulo@demc.ufmg.br

Resumo

O presente trabalho apresenta alguns resultados de uma pesquisa, onde se utilizaram os princípios de pesquisa ação, para a realização de diagnóstico e implementação de medidas para a melhoria da construtibilidade na execução de edifícios. O trabalho concentra sua atenção na análise das rotinas de projeto que impactam na construtibilidade nos canteiros de obras, bem como em problemas associados a integração entre projeto e obra, que podem definir algumas diretrizes. Entre os aspectos de destaque ressaltam-se a importância das parcerias entre construtora e projetistas, a necessidade de melhor planejamento da fase de projeto e a necessidade de serem criadas rotinas para melhoria da comunicação entre as equipes de projeto e obra.

Palavras-chave: *Construtibilidade, Projeto, Gestão de Projetos.*

Abstract

The present work points out some results of a research-action project, presenting a diagnosis and implementation of constructability improvement measures on building construction projects. The paper focuses the design phase and design procedures that impact on constructability on sites. The research highlights the importance of partnerships between contractors and designers, as well as design the planning and the creation of communications routines between design and constructions teams.

Keywords: *Constructability, Project/Design, Project management.*

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos associados à construtibilidade são complexos e polifacetados. Por um lado, porque não existe um entendimento unânime sobre o conceito de construtibilidade. Alguns autores conceituam construtibilidade como qualquer medida, técnica ou gerencial, que permita que sejam alcançados os objetivos de um empreendimento. Nesse sentido, parece ser bastante ampla a definição de Kerridge (1993), para o qual, entende-se por construtibilidade o processo de fazer tudo o que seja possível para tornar mais fácil a construção e melhorar a qualidade, segurança e produtividade dos empreendimentos, reduzindo prazos de execução e reduzindo o retrabalho. Ou seja, implica em qualquer medida técnica e gerencial que impacte na melhoria da qualidade do produto ou eficiência dos processos associados pode ser

entendida como uma medida de construtibilidade.

De maneira semelhante, Russel et al (1994) definem construtibilidade como a aplicação de uma otimização, conseguida de forma disciplinada e sistemática, das fases de aquisição, construção, teste e start up, realizada por uma equipe experiente, conhecedora das particularidades construtivas dos empreendimentos. Nota-se que a definição é ampla, mas ressalta os aspectos *associados às atividades nos canteiros de obra, em detrimento das fases anteriores de planejamento e projeto*. **O conceito de *buildability* é mais restrito, concentrando a atenção em aspectos do processo de projeto que impactam na facilidade de execução e garantia da qualidade dos empreendimentos.**

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

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

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

Os próprios objetivos das medidas de melhoria da construtibilidade têm níveis de abrangência distintos, de acordo com o entendimento de autores e grupos de trabalho. “Objetivos globais do empreendimento” podem referir-se a atingir metas desempenho quanto a qualidade, ou prazos e custos ou produtividade. Por outro lado, uma visão mais restrita permitiria considerar construtibilidade como um conjunto de medidas que facilitasse a execução nos canteiros, ou seja, focando a melhoria de operações em obra, logicamente com um impacto em termos de produtividade ou custo.

Wong et al (2006) apresentam uma sistematização de medidas para melhoria da construtibilidade. Os autores apresentam uma distinção entre o conceito de *buildability* (edificabilidade, em uma tradução livre) e construtibilidade, sendo que o primeiro foca as medidas de projeto que facilitam a execução das obras e o segundo considera todas as fases do empreendimento.

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

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

Chama-se a atenção para o fato de ainda são relativamente poucos os trabalhos produzidos no Brasil que promovem um diagnóstico de problemas de construtibilidade nas obras, o que permitiria a adoção de *contramedidas* e o estabelecimento de diretrizes focadas em tipologias específicas e nas características particulares de empresas e empreendimentos.

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

No trabalho estão sendo consideradas questões de construtibilidade associadas à fase de projeto e a integração entre projeto e obra. **Especificamente para este artigo, as questões de Construtibilidade permeiam muito o campo do conceito *buildability*.** Nesse sentido, apresenta-se na sequência um estudo de caso onde a empresa e o empreendimento são caracterizados, e relacionam-se problemas associados à construtibilidade.

2. UMA ANÁLISE DA CONSTRUTIBILIDADE EM EMPRESA CONSTRUTORA

O caso apresentado na sequência insere-se em um projeto de pesquisa ação no qual um dos atores efetuou um diagnóstico dos problemas de construtibilidade em duas obras de uma mesma empresa construtora/incorporadora. Com base no estudo do referencial teórico, **da conceituação de construtibilidade, foram compiladas medidas e propostas dos autores para melhoria da construtibilidade, que por sua vez foram transformadas em procedimentos a serem implantados pela construtora.** Alguns deles foram aplicados nas obras, e avaliados os resultados de sua implementação. Nesse trabalho concentra-se a atenção na fase de diagnóstico.

Os dados foram coletados por meio da análise de documentos, acompanhamento das rotinas de projeto, visitas semanais às obras e realização das atividades de coordenação e compatibilização de projetos.

2.1. Caracterização da construtora

A Construtora X foi fundada há quase trinta anos. Situada em Belo Horizonte, é considerada de médio porte para os padrões locais. Já produziu mais de dois mil apartamentos. A empresa é referência no mercado no uso de alvenaria estrutural.

Focada nas classes B e C, tem cerca de quinhentos colaboradores, entre funcionários, subempreiteiros e terceirizados. Em abril de 2012 tinha sete obras em andamento, totalizando dezessete edifícios.

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 alianças estratégicas e um clima de confiança e cooperação.

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

Por outro lado, com relação a tipologia das unidades, esta empresa apresenta possibilidades restritas de plantas do tipo. Os projetos são extremamente simplificados e há uma constante repetição (4 tipos bem definidos). Tipo 01 – Padrão luxo, Tipo 02 - Padrão intermediário, Tipo 03 - Padrão Normal e Tipo 04 - Padrão popular. Essa padronização vai desde o projeto legal arquitetônico, permeando o projeto de instalações e de detalhamento executivo e há também uma repetição do memorial descritivo. O que para efeitos de construtibilidade se torna um fator positivo.

Outra estratégia com impacto positivo na construtibilidade é a de execução de protótipos em todos os empreendimentos. A Construtora executa quase sempre um modelo na escala 1x1 para referenciar a obra como um todo e validar a escolha dos materiais e a compatibilização dos projetos. Quando, raramente não há esse protótipo, há um modelo nos primeiros pavimentos do edifício, onde é validada a especificação de materiais.

Os aspectos acima citados fazem parte da rotina da empresa, e de certa forma são independentes do empreendimento considerado.

Na sequência, apresenta-se análise específica de dois empreendimentos.

2.2. Análise da obra 01: CVC

Localizada em um dos bairros de maior crescimento da cidade de Belo Horizonte, no vetor noroeste, esta obra contém 120 unidades autônomas, com padrão de acabamento tipo normal, composta por 3 blocos, sendo Bloco 01 com 12 pavimentos e Blocos 02 e 03 10 pavimentos cada. Cada pavimento com quatro unidades habitacionais. Os lotes unificados apresentam 4.414,00 m² e 11.947,06m² de área construída. Esta obra tem como tipologia construtiva a alvenaria estrutural autoportante de blocos de concreto, com pilotis, escada e lajes em concreto armado e fachada em pintura impermeabilizada.

Na sequência apresentam-se esquematicamente alguns problemas encontrados com impacto na construtibilidade, relacionados a projetos.

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

Problema 01: A construtora realizou uma maior quantidade de reuniões das que eram previstas nos procedimentos da construtora a fim de adequar a filosofia do cálculo estrutural à experiência da construtora, aos demais parceiros projetistas da construtora e as particularidades do mercado mineiro quanto à fabricação de blocos e modos.

Mesmo com um maior número de reuniões, vários problemas foram relacionados: atraso nas entregas dos projetos, maior número de revisões das pranchas, dificuldade de leitura do design pela equipe de obra, insegurança dos encarregados quanto ao sistema utilizado de contraventamentos em vãos das alvenarias e execução dos negativos das lajes.

Problema 02: O projetista da estrutura não verificou nova versão do projeto arquitetônico e errou ao replicar os blocos que eram diferenciados (varandas com dimensões diferentes).

Nesse caso, tanto o coordenador de projetos quanto o engenheiro na obra não verificaram o erro. Não foi verificado risco pela constante padronização dos Blocos dos edifícios. A equipe de obra executou 2 pavimentos erroneamente. Acarretou retrabalho, atraso no planejamento executivo, custos não orçados.

Problema 03: Produtividade diminuída quando da execução das instalações nos pavimentos tipo.

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

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

2.3. Análise Obra 02 - CGP

A obra é localizada em uma região de grande número de lançamentos imobiliários recentes. A obra em análise contém 124 unidades autônomas, com padrão de acabamento tipo normal composta por 2 blocos, sendo Bloco 01 com 17 pavimentos e Blocos 02 16 pavimentos. Cada pavimento com quatro unidades habitacionais. Os lotes unificados apresentam 7.449,93 m² com um total de 15.231,87m² de área construída. Tem como tipologia construtiva a alvenaria estrutural autoportante de blocos de concreto, com pilotis, escada e lajes em concreto armado e fachada em pintura impermeabilizada.

Na sequência, apresentam-se esquematicamente os problemas encontrados na interface Projeto Arquitetônico x Projeto de Fundações e Projeto Estrutural:

Problema 01: Projeto arquitetônico focou nos custos de remoção de terraplenagem sem verificar as condições de construtibilidade do projeto de fundações, utilizando ao máximo o terreno natural, que apresentava desníveis de mais de 17 metros. Ao se pensar na economia quanto a retirada de terra e ao atendimento das normas de acessibilidade para os portadores de necessidades especiais, o projeto arquitetônico atendeu com otimização e o percentual de volume de terra foi pequeno em relação às características físicas do terreno. Mas quando se redefiniu o tipo de fundação no Bloco 02 para hélice contínua, até então, para a compra o terreno a fundação que se pensava era do tipo tubulão, (este bloco poderia ter até dois tipos de fundação, mas devido ao número de pavimentos em alvenaria estrutural, adotou-se um único tipo), a estratégia adotada e a então economia esperada foram quase na sua totalidade perdidas.

Com a alteração do tipo de fundação, o terreno natural com inclinação entre 30% e 45%, que teria um "caixão perdido", teve que ser modificado para três platôs distintos com diferenças de cotas de 2 metros entre eles e ainda um corte além dos pontos das cargas de mais de 1,5m do terreno. Essa decisão se deu para atendimento das dimensões e características da máquina da furação das estacas.

Como consequência, houve retrabalho quanto ao projeto de levantamento planialtimétrico e projeto de terraplenagem para a execução dos platôs. Além disso, houve um atraso no início da fundação profunda do Bloco 02 de quase 02 meses e estes ainda permearam em meses de chuvas, que é um dos fatores complicadores para esse tipo de serviço na Construção quanto à construtibilidade.

Problema 02: Projeto estrutural das lajes sob terreno natural teve suas dimensões, formas,

cargas e armações alterados.

Com isso houve atraso e retrabalho devido à realização de um terceiro levantamento planialtimétrico do terreno existente para revisar a laje do estacionamento que sofreu um acréscimo em suas dimensões de aproximadamente 3 metros e ainda ocorreu uma alteração na solução de vigamento para conter possível encaminhamento de água do solo. Com o corte do terreno, a laje teve que ser prolongada (o projeto teve que detalhar o encaixe e a obra teve que promover obras na parte da laje pronta para contraventar a armação o seu prolongamento). Como o projeto estrutural sofreu outra revisão, ocorreram atrasos susceptíveis na programação já definida para a entrega total do projetos.

Problema 03: Criação de área tipo caixão perdido e solução de contenção do solo do terreno que sofreu corte para adequação da construção. Com isso, houve aumento do custo (área que não passará por uma reaprovação) e uma contenção do terreno que sofreu o corte não prevista que teve como solução parte em talude com sacaria em seu pé e parte em uma parede de mais de 12 metros de extensão por 3 metros de altura de arrimo de concreto armado.

2.4. Considerações sobre as obras apresentadas

Nas duas obras em análise, verificou-se que todos os procedimentos da qualidade no processo projeto que implicam diretamente na Construtibilidade foram cumpridos. Nas duas obras os projetos arquitetônicos legais passaram, antes de suas aprovações nos órgãos municipais, pela análise dos projetistas envolvidos, principalmente os projetistas estrutural e de compatibilização das alvenarias. Mas ao verificar as questões de produção, constatou-se a necessidade de maiores interferências no projeto para adequá-lo ainda mais aos processos produtivos construtivos. Ficou claro que mesmo havendo uma análise e um acompanhamento do processo definidor do projeto estrutural, a estratégia adotada, principalmente na obra 02, foi por usar um bloco de resistência menor. Essa decisão não impactou positivamente no que diz respeito à produtividade, acarretando problemas já relatados anteriormente na análise das obras.

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

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

A interface coordenador de projetos, projetistas e pessoal de campo responsável pela execução deve ser feita de uma forma mais clara e direta. Essa construtora faz reuniões para discussão do projeto e estas ficaram ainda mais constantes após o problema encontrado na obra 01 com relação a mudança nos projetos e adaptação aos conceitos projetista construtora.

O lembrete de modificação/alteração de projetos que era enviado ao e-mail dos projetistas (sistema de gerenciamento de projetos via extranet) passou por uma reestruturação, para chamar ainda mais atenção dos colaboradores sobre as alterações que interferem no

andamento dos projetos. A comunicação deve ser constantemente melhorada para atendimento da gestão por construtibilidade.

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

2.5. Aspectos complementares

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

Trabalhos da literatura apontam para o fato de que a implementação de sistemas de gestão da qualidade permite que processos gerenciais e técnicos padronizados e submetidos a melhorias contínuas contribuam para a melhoria da construtibilidade, entendida em sentido amplo.

Infelizmente, observa-se que várias empresas implementam tais sistemas visando a certificação, como requisito para outras finalidades comerciais. Em função disso, processos técnicos e gerenciais previstos nos sistemas de gestão da qualidade, e em particular os relacionados com o processo de projeto (item 7.3 do SiAC) acabam tendo pouco impacto em melhoria das condições de construção. Foi observado um amplo entendimento das práticas preconizadas pelas normas de qualidade e outras tantas desassociadas focadas somente na construção.

Outra questão que mereceria destaque, e que observou-se na empresa objeto do estudo de caso, diz respeito ao papel dos coordenadores ou gerentes de projeto. Ainda que as empresas progressivamente passem a dar maior importância à etapa de projeto como condicionante e determinante das condições de construtibilidade nos canteiros e, conseqüentemente, passem a valorizar mais a figura dos coordenadores de projeto, ainda há muito por se fazer. Na prática falta uma maior valorização desses profissionais, o que passa, entre outras coisas, pelo investimento em ferramentas e em qualificação de uma equipe de profissionais de suporte. Com frequência – como é o caso da empresa estudada – esses profissionais são sobrecarregados, tendo de coordenar os projetos de várias obras simultaneamente, cumprir os requisitos dos sistemas de gestão da qualidade e dar assistência às obras, isto em prazos exíguos. Nesse ambiente de trabalho, torna-se difícil criar métodos de trabalho e sistematizar os conhecimentos de forma que as soluções de projeto impliquem em melhorias progressivas de construtibilidade de uma obra para outra.

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

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

planejamento e integração entre projeto e obra.

3. CONCLUSÃO

Em função do referencial teórico brevemente delineado na Introdução, percebe-se que essa empresa pratica gestão da construtibilidade. **Nesse sentido problemas indicados pelos estudos de casos não invalidam a gestão de construtibilidade praticada pela empresa. A pretensão foi a de relatar experiências que apontem para um aprimoramento do sistema de gestão da construtibilidade.** O uso ótimo destes conceitos e sua verdadeira eficácia são questões contínuas, que devem ser replicadas e entendidas de forma a se perpetuarem dentro da empresa. Essa gestão ainda não consegue extinguir qualquer tipo de retrabalho e sim consegue melhorar suas respostas e as estratégias adotadas nas situações crises de tomadas de decisões.

Fica também patente a necessidade de serem introduzidos mecanismos que permitam que a correção dos problemas de construtibilidade sejam efetivamente incorporados às rotinas de gestão da empresa, por meio de mecanismos de revisão de padrões técnicos e apropriação das experiências adquiridas em cada novo empreendimento.

As dificuldades associadas à multidisciplinaridade dos projetos e suas especializações e os interesses limitados a cada projeto dificultam a análise ampla do empreendimento em termos construtivos. Muitos projetistas parceiros não têm o interesse e estão sobrecarregados, fazendo com que o interesse na melhora de seus projetos fique em segundo plano.

O estudo de caso brevemente apresentado mostra que existe uma preocupação sistemática com a melhoria da construtibilidade, o que passa por análises como a que foi esboçada nesse trabalho, nos quais problemas associados à concepção dos empreendimentos são identificados, seus impactos levantados e podem ser sugeridas contramedidas que serão incorporadas ao sistema de gestão dos empreendimentos.

Nesse sentido, torna-se fundamental a inserção de diretrizes de melhoria da construtibilidade no sistema de gestão da qualidade (na empresa) e nos planos de qualidade das obras (nos canteiros), o que dará margem a outros temas de pesquisa e de estudo nos meios acadêmicos e de mercado.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMANCIO, R. Carolina A. Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura: estudo de casos em Curitiba - PR- Curitiba, 2010. 213 f. : il., tabs, grafs.

ANDERSON, S. D.; FISCHER, D. J.; RAHMAN, S. P. Integrating constructability into project development: a process approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, v.126, n.2, Março/ Abril 2000. ASCE (2000a). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 03/06/2011.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). *Constructability Concept File*, Austin: University of Texas. Construction Industry Institute. 1987.

KERRIDGE, A. E. Plan for constructability. *Hydrocarbon Processing*, v.72, n.1, p.35, 1993.

RODRÍGUEZ, M. A. e HEINECK, L. F. A Construtibilidade no processo de projeto de edificações. III SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, UFSCar, São Carlos, SP – 16 a 9 de setembro de 2003.

RUSSEL, J.S., Swiggum, K.E., Shapiro, J.M. and Alaydrus, A.F. (1994), “Constructability related to TQM, value engineering, and cost/benefits”, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 8 No. 1, pp. 31-45.

WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. H. W.; WONG, F. K. W. Factors affecting buildability of building designs. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v.33, n.7, 2006. Disponível em: <http://direct.bl.uk/bld/PlaceOrder.do>. Acesso em: 13/06/2011.