

As contribuições da construtibilidade para a concepção de projetos na construção civil

The contributions of constructability to the conception of projects in civil construction

Aline Vieira Borges, Arquiteta e Urbanista, UFSC.

Alineborges.arq@hotmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, UFSC.

Lisiane.librelotto@ufsc.br

Lizandra Vergara Lupi, Doutora, UFSC.

l.vergara@ufsc.br

Resumo

O presente artigo aborda a importância da utilização da construtibilidade nas etapas de projetos para a construção civil, buscando através dos seus princípios ampliar a qualidade dos projetos e maximizando o sucesso nas fases de execução de obras. Para alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa, foram apresentados os princípios e conceitos de construtibilidade, bem como uma abordagem referente ao processo de projetos para a construção civil. (...) Inicialmente será realizada a revisão bibliográfica da temática, e em seguida, proceder-se-á com a entrevista dos participantes, profissionais do setor, dentre arquitetos e engenheiros, e sua posterior análise de conteúdo, Segundo Bardin. Como resultado desta pesquisa, busca-se avaliar o impacto e as contribuições da construtibilidade para a concepção de projetos na construção civil sob a ótica de arquitetos e engenheiros civis.

Palavras-chave: Construtibilidade; Processo de projeto; Entrevista semiestruturada

Abstract

This article discusses the importance of the use of constructability in the stages of projects for civil construction, seeking through its principles to increase the quality of projects and maximize success in the execution phases of works. In order to reach the objectives proposed by this research, the principles and concepts of constructability were presented, as well as an approach related to the project process for civil construction. (... ..) Initially a bibliographical review of the subject will be carried out, followed by the interview of the participants, industry professionals, architects and engineers, and their subsequent content analysis, according to Bardin. As a result of this research, we seek to evaluate the impact and the contributions of the constructability to the design of projects in the civil construction from the perspective of architects and civil engineers.

Keywords: Constructability. Design process. Semi structured interview.

1. Introdução

Nas últimas décadas, tem-se observado uma busca constante por inovações que contribuam para o desenvolvimento da construção civil, através de instrumentos e métodos que potencializem a gestão e a sustentabilidade do setor e minimizem os impactos negativos sobre o ambiente inserido. Neste cenário, diante ao aumento da complexidade dos processos construtivos de edificações, do nível de exigências dos clientes e do mercado, bem como, das relações de trabalho, as equipes de projetos e produção não desenvolveram de forma significativa seus modos de atuação (CODINHOTO, FERREIRA, EGÉA, 2004), marcada ainda por processos arcaicos, enquanto o cenário industrial caminha para sua quarta revolução, a Indústria 4.0.

O cenário da construção civil, indústria considerada como uma das mais representativas do país, tem estado diante de inúmeros desafios e incertezas proporcionadas pelo ambiente macroeconômico brasileira (SEBRAE, 2016), desta forma, torna-se ainda mais urgente a busca e implementação de métodos inovadores para a gestão da construção civil, que contribuam significativamente para a produtividade, redução de custos, processos produtivos modernos, melhorias nas relações de trabalho, desenvolvimento de competências e sustentabilidade. Segundo Fialho, Costa e Fabricio (2018), um dos principais desafios da construção civil é o aprimoramento dos produtos e processos em busca de práticas mais sustentáveis, com redução dos desperdícios e aumento da produtividade, e neste sentido, um dos caminhos passíveis para esta excelência se dá através da introdução de inovações tecnológicas e de uma maior integração entre todos os ciclos da construção civil.

A indústria da construção civil, tem sido marcada por uma série de fatores críticos, dentre os quais pode se destacar: altos custos operacionais, para o consumidor e de manutenção, pouca qualidade de projeto, baixo grau de racionalização prevista (padronização, coordenação modular, articulação entre interfaces), produtividade da mão-de-obra e pouco conhecimento sobre novas tecnologias produtivas e de materiais (RODRIGUES, 2005). Muitas destas dificuldades ainda presentes na indústria da construção civil é decorrente de processos de projeto tradicionais, no qual baseia-se na definição da edificação, sem considerar as necessidades da produção (BARROS; SABATINI, 2003).

Durante o processo de concepção projetual, é comum encontrarmos informações desencontradas, uma vez que o objetivo da equipe não se torna coeso, acarretando em falta de gestão e coordenação das ações desenvolvidas, bem como a ausência de uma equipe focada no seu objetivo. O processo de projeto, é um etapa essencial para a concepção de edifícios para a construção civil, trata-se em sua essência, de um ato criativo, intuitivo, indutivo e conclusivo, de fato, esta a concepção de projeto não percorre um caminho linear, mas sim, um trajeto que necessita ser delineado, conduzido, buscando as metodologia mais eficientes para o sucesso do setor (MIYAMOTO; KÓS, 2018), desta forma, a busca por compreender a construtibilidade com um condutor para o sucesso do processo de projeto é um dos objetos centrais desta pesquisa.

Desta forma, esta pesquisa busca apresentar como os princípios da construtibilidade, sendo esta definida como o ótimo uso dos conhecimentos de construção e experiência em planejamento, engenharia, suprimentos e operações de campo para atingir o melhor desempenho de um projeto (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1986), pode contribuir com o processo de projetos, buscando a partir da aplicação dos seus princípios, auxiliar os profissionais do setor que atuam na concepção de projetos e execução de obras,

a produzir com maior adequação e coerência, alinhando desde a fase de projeto, decisões mais assertivas para a fase de execução, buscando ampliar a qualidade, coerência e eficiência dos projetos, além da melhoria no relacionamento da equipe e menor dependência de mão de obra (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 2002).

Embora a construtibilidade já venha sido estudada a cerca de três décadas no cenário internacional, sendo reconhecida suas contribuições para a indústria da construção, sobretudo nos aspectos relacionados a custos, prazos, qualidade e conhecimentos (CII, 1987); (RUSSEL, GUGEL, RADTKE, 1992), estes conceitos ainda são pouco explorados na concepção e melhorias dos projetos e processos produtivos.

Alguns dos fatores que contribuem para a resistência da aplicação dos conceitos da construtibilidade, destacados segundo Tatum (1987), está relacionado a dificuldade de envolver os profissionais de arquitetura, engenharia e da obra em um processo colaborativo de projeto.

Desta forma, com base nas discussões apresentadas, esta pesquisa busca responder a seguinte questão: como os princípios da construtibilidade quando aplicados de forma integrada ao longo de todas as etapas do processo construtivo podem contribuir para a melhoria dos projetos para a construção civil?

2. Objetivos

3.1 Objetivo geral

Investigar como a construtibilidade pode contribuir para os processos de projetos na construção civil sob a ótica de profissionais da arquitetura e engenharia civil.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar os atuais processos de projeto na construção civil e as principais dificuldades encontradas na sua execução;
- Analisar as maneiras de aplicação dos princípios da construtibilidade no processo de projeto;
- Avaliar como os profissionais da arquitetura e da engenharia civil consideram a construtibilidade em seus projetos.

3. Referencial Teórico

O termo construtibilidade surgiu inicialmente durante a década de 1970 na Europa e, posteriormente nos Estados Unidos, com o intuito de prover melhorias para o processo construtivo, buscando minimizar deficiências decorrentes da falta de integração ente o projeto e a construção (ZUCCHETTI, 2014).

Na Europa, o termo conhecido como “*buildability*” era definido como “a extensão pela qual o projeto facilita as atividades de construção levando em conta os requisitos globais da edificação construída” (CIRIA, 1983 apud RODRIGUES, 2005). Já nos Estados Unidos, o conceito de “*constructability*” ou construtibilidade, foi definido em meados dos anos 1980

pelo Construction Industry Institute (CII) e propunha uma série de metodologias a aplicação do conceito nas diferentes fases de ciclo de vida das edificações: planejamento conceitual, o projeto, a contratação, construção e o uso (CII, 1986).

Com base nestas definições, observa-se que no termo “*buildability*”, a análise se restringe melhorias focadas no projeto. Enquanto em “*constructability*” traz uma compreensão mais abrangente, expandindo seu foco de análise para melhorias relacionadas ao planejamento, contratação e trabalhos em canteiro de obra (RODRIGUES, 2005).

O’Connor e Tucker (1986) contribuem para o conceito desenvolvido na Europa ao definirem como “a capacidade das condições de projeto em garantir a utilização ótima dos recursos de construção”, ressaltando assim, a importância da aplicação deste conceito nas etapas de projeto como medida para a busca da eficiência das construções.

Ainda nesta linha de definição, a construtibilidade foi definida segundo Glavinich (1995) como a facilidade que os insumos do processo de produção podem ser abordados ainda na etapa projetual na busca por uma obra mais rápida e econômica. Wong et al. (2006) contribui nesta abordagem da construtibilidade, acrescentando o quanto o projeto sob a ótica da construtibilidade pode influenciar no uso eficiente dos recursos de construção, tornando mais fácil e segura, enquanto ainda busca atender os requisitos dos clientes, percepção esta, que indica ainda mais a importância da implementação dos conceitos de construtibilidade atualmente, mediante a obrigatoriedade do atendimento aos requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013).

Dentre os benefícios promovidos pela adequada aplicação dos conceitos da construtibilidade em todas as fases do empreendimento, pode-se destacar: melhoria das condições de segurança do trabalho nos canteiros de obras, redução do retrabalho nos canteiros de obras, Aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos processos em execução, melhoria nos cronogramas e prazos do processo construtivo; melhoria dos métodos construtivos e da tecnologia, comunicação mais assertiva entre todos os envolvidos, otimização da construção, com a geração de técnicas construtivas inovadoras, recursos efetivos de gerenciamento e normalização, desenvolvimento sustentável sob a ótica econômica, social e ambiental (ZUCCHETTI, 2014).

Conforme Griffith e Sidweel (1997), o exercício eficaz da construtibilidade pode ainda promover resultados satisfatórios relacionados a simplificação do projeto para sua execução, comunicação mais efetiva e assertiva sobre os detalhamentos de projeto e ao gerenciamento eficaz e seguro do canteiro de obras.

O’Connor et al (1987) desenvolveu um dos primeiros estudos relacionados a proposição de requisitos para a análise da construtibilidade de uma edificação, onde foram elencados sete princípios para a melhoria da construtibilidade que podem ser aplicados nas etapas de projeto e planejamento.

Enquanto o CII (1987) definia em seu guia para a implementação da construtibilidade, quatorze conceitos, sendo seis destes relacionados a concepção, sete relacionados a etapa de projeto e contratação e o último conceito aplicado a fase construção. Foram ainda, propostos pelo CIRIA (CIRIA, 1983 apud RODRIGUES, 2005), sete princípios de construtibilidade aplicáveis as fases de concepção e projeto.

A seguir, na Tabela 1, são apresentados alguns dos princípios relacionados a construtibilidade com base nas bibliografias conhecidas sobre esta temática e abordadas nesta pesquisa.

Princípios da Construtibilidade		
Griffth (1986); O'Connor e Tucker (1986); O'Connor et al (1987); CII (1993)	Simplificar pela redução do número de partes e passos.	O princípio da simplificação tem como objetivo melhor a eficiência dos processos produtivos e na melhoria das atividades de conversão e nas atividades de fluxo.
Griffth (1986); O'Connor e Tucker (1986); CII (1993); Nima et al (2002).	Padronizar elementos do projeto e processos construtivos.	A padronização promove o aumento da construtibilidade uma vez que através a implementação de procedimentos padrões impulsiona o aprendizado no canteiro de obras pela repetição das atividades e promove a simplificação na gestão do processo de compras.
O'Connor e Tucker (1986); O'Connor et al (1987); CII (1993); Nima et al (2002).	Promover acessibilidade para pessoas, materiais e equipamentos.	As práticas relacionadas a acessibilidade de pessoas, máquinas e equipamento promovem diversas melhorias no fluxo do canteiro de obras, em contrapartida, a dificuldade de acesso pode acarretar em desperdícios relacionados a produtividade. A promoção deste princípio promove ainda benefícios relacionados a saúde e segurança dos colaboradores.
O'Connor e Tucker (1986); CII (1993); Nima et al (2002).	Facilitar construção sob condições climáticas adversas.	A interferência climática é um dos fatores mais representativos na perda da produtividade e nos atrasos na construção civil. Quando a concepção do projeto favorece o trabalho mesmo em condições adversas, a construtibilidade é priorizada.
O'Connor e Tucker (1986); CII (1993); Nima et al (2002).	Otimizar os processos de construção.	Inovar em materiais e sistema, implementar ferramentas manuais que reduzam a intensidade dos trabalhos e aumentem a mobilidade, segurança e acessibilidade, e introduzir ou modificar métodos e equipamentos para aumentar a produtividade.
Saffaro et al (2004).	Promover a manutenibilidade.	Manutenibilidade pode ser entendida como as características que proporcionam facilidade, segurança e economia nas funções de manutenção de uma edificação.
Hellander e Willén (1999)	Minimizar o tempo de percepção, decisão e manipulação das operações de montagem manual.	O fator humano é uma constante fundamental em todos as etapas dos processos da construção civil. Neste sentido Hellander e Willén (1999) elencam práticas para minimizar o tempo em suas dimensões.

Tabela 1: Princípios de Construtibilidade identificados na bibliografia. Fonte: RODRIGUES (2005) adaptado pelas autoras.

4. Metodologia

Além da revisão bibliográfica a respeito da construtibilidade e os processos de projetos para a construção civil, caracterizando-se esta pesquisa de acordo com seus objetivos como exploratória, buscou-se ainda, conhecer com profissionais da áreas, arquitetos e engenheiros civis quais são seus conhecimentos sobre construtibilidade e como ocorre seu processo de projetos.

Para isto foram realizadas entrevistas semiestruturadas com quinze profissionais de ambas as formações citadas, responsáveis pelas etapas de concepção e planejamento dos projetos e processos produtivos para as obras de edificações. Suas opiniões foram comparadas com as considerações apontadas por estudiosos na temática construtibilidade com o intuito de compreender como os princípios enunciados podem contribuir no processo de projeto destes profissionais e estender estas melhorias até as fases de construção das edificações.

As entrevistas realizadas ocorreram nos escritórios dos profissionais e através de vídeo chamadas online, no período que compreendeu os meses de junho e julho de 2018. Por se tratar de uma pesquisa de cunho exploratório, as abordagens das entrevistas foram abertas relacionadas aos conhecimentos do conceito abordado e sobre a prática diárias da atividade dos profissionais envolvidos no estudo. Para a entrevista, fora utilizado um roteiro contendo nove perguntas, com o intuito de orientar o entrevistado dentro da temática e oportunizar um aprofundamento e discussão em cada item abordado. Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética através da Plataforma Brasil.

A análise dos dados coletados foi realizada a partir do método de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2011), que compreende as seguintes fases: pré-análise, exploração do material e por fim, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados.

5. Resultados e Discussões

As respostas construídas para o problema o qual se busca investigar foram construídas a partir da revisão bibliográfica da literatura e através das entrevistas analisadas com bases nas transcrições feitas a partir dos áudios gravados. Os entrevistados são 10 (dez) arquitetos e 05 (cinco) engenheiros civis que atuam no estado de Santa Catarina e que, como critério de seleção, deveriam atuar com projetos e execução de obras de edificações. Os entrevistados possuem idades entre 24 e 50 anos, conforme dados obtidos nas questões pertencentes a categoria 1, que exploram o perfil dos entrevistados .

Na segunda categoria de perguntas, relacionadas às características da profissão, foram determinadas informações referentes ao tempo de experiências e porte da empresa que atuam. Em relação ao tempo de profissão, o profissional com maior tempo no mercado é um arquiteto com 28 (vinte e oito) anos de experiência, e com o menor tempo é um engenheiro com 3 (três) anos de experiências. O perfil de tempo de atuação no mercado de mostrou bastante variado dentro da amostra entrevistada. A tabela a seguir, ilustra os dados referente as categorias iniciais de perguntas abordadas na entrevista (Tabela 2).

Entrevistado	Função	Tempo de Experiência	Entrevistado	Função	Tempo de Experiência
E01	Arquiteto	8 anos	E09	Arquiteto	5 anos
E02	Eng. Civil	13 anos	E10	Eng. Civil	6 anos
E03	Eng. Civil	4 anos	E11	Arquiteto	5 anos
E04	Arquiteto	8 anos	E12	Eng. Civil	13 anos
E05	Arquiteto	4 anos	E13	Eng. Civil	3 anos
E06	Arquiteto	13 anos	E14	Arquiteto	6 anos
E07	Arquiteto	28 anos	E15	Arquiteto	4 anos
E08	Arquiteto	5 anos			

Tabela 2: Caracterização da amostra. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quanto ao porte das empresas nas quais os profissionais entrevistados trabalham, estão divididos entre 53% autônomos, 20% em microempresas, 20% pequena e 7% em empresas de porte médio, sendo que cada um deles respondeu a forma independente aos seus vínculos empregatícios, focando em suas percepções e atuação profissional.

Com a terceira etapa de perguntas, iniciaram as questões exploratórias sobre a temática. Este questionamento foi inserido na entrevista com o intuito de investigar se o termo é conhecido entre os profissionais e o que eles entendem sobre construtibilidade, uma que vez que, conforme Sabbatini (1989) há necessidade de se considerar desde a etapa de projeto os fatores relacionados com a construtibilidade das soluções adotadas. Esta interface do projeto com a execução torna-se indispensável frente a qualidade das edificações, fazendo-se indispensável que os profissionais o tema.

As respostas dos entrevistados sobre o que eles entendem como construtibilidade foram bastante distintas, e observou-se ainda que não há um senso comum sobre o que o termo de fato representa no processo construtivo. Atualmente, muitos profissionais conhecem construtibilidade, mas não se refere a ela com esta terminologia, interpretando-a apenas como um bom gerenciamento de processos (O'CONNOR, 1987).

O entrevistado E02 corrobora com as afirmações de O'Connor (1987) ao afirmar que: "Não conheço o conceito exato, mas para mim, é o planejamento de um empreendimento, com as etapas e peças necessárias para se ter eficiência, praticidade, logística e sucesso em obra executada".

Ainda neste sentido o entrevistado E13 faz a seguinte menção: "Então, para mim, construtibilidade (eu nunca havia pensado sobre isso), mas na minha opinião é o quanto algo pode ser {construtível}, construído. Qual que é o grau de construção, não sei, é difícil. E o quanto a construção é viável. Mas agora estou curiosa para saber o que é realmente".

Apenas um dos entrevistados afirmou, veementemente, conhecer o conceito e aplicá-lo em sua rotina de trabalho, para E04 construtibilidade é: "direcionar todas as etapas, desde a concepção, para a execução", apoiando no conceito apresentado por Ciria (1983) definido como "a extensão pela qual o projeto facilita as atividades de construção levando em conta os requisitos globais de edificação".

Através das questões abordadas pela entrevista buscou-se compreender de quais formas os princípios da construtibilidade e seus conceitos poderiam estar presentes no processo de projeto dos profissionais participantes. Neste sentido, a questão de número 7 (sete) apresentada no roteiro de pesquisa, busca explorar como as práticas e experiências anteriores contribuem para o aprendizado e aperfeiçoamento de novos processos de projetos, indo de encontro, desta forma, a uma das premissas essenciais da construtibilidade, que trata do bom uso do conhecimento e da experiência em construção para atingir o sucesso de um projeto (CII,1987).

Neste sentido, as respostas apontadas pelos profissionais da arquitetura e engenharia ilustram uma constante busca para que os conhecimentos adquiridos nas diversas etapas do processo contribuam para uma maior qualidade de projetos futuros.

Ao relatar suas experiências, o entrevistado E11 menciona que “na prática a elaboração de novos projetos é a soma entre os conhecimentos técnicos adquiridos e os projetos realizados ao longo do tempo, isso faz muita diferença no resultado”. Enquanto isso, o entrevistado E9 relata como suas experiências são registradas para consultas futuras ao relatar que “ao final de todo projeto e obra costumamos rever erros e acertos, e a partir desta definição, acrescenta-se a um arquivo, desenvolvido pelo escritório para as recomendações de projetos e as soluções mais assertivas para seguir com os próximos clientes”. Ao corroborar com este pensamento, o entrevistado 05 enfatiza que “De um modo absoluto, toda a experiência sendo ela positiva ou negativa voltam a ser aplicadas em projetos futuros e como base para a construção da nossa capacidade técnica”.

A experiência para a construção é fundamental para a implementação ampliar a construtibilidade dos processos na construção civil, sustentando os apontamentos apresentados pelas entrevistas, o CII (1987) afirma que o planejamento de projeto deve envolver ativamente o conhecimento e a experiência de construção e da equipe para buscar as soluções mais adequadas aos empreendimentos em desenvolvimento.

Ao ser questionado sobre a relação entre projeto e execução, E7 ilustra esta relação por meio da seguinte fala:

A prática profissional do nosso escritório na relação com proprietários, fornecedores, demais projetistas e construtores sempre foi muito franca e aberta ao diálogo, buscamos atender as sugestões e encontrar juntos soluções interessantes. Procuramos aproveitar ao máximo a experiência de todas as pessoas envolvidas. Esta troca de figurinhas ocorre desde a fase inicial de concepção e desenvolvimento, consultando profissionais de várias áreas, até no canteiro de obras onde, apesar de todo o esforço em coordenar e compatibilizar projeto, ainda aparecem problemas e desafios a serem solucionados em conjunto com os construtores. Várias destas soluções práticas vidas da obra, acabam sendo incorporadas em futuros projetos. É uma experimentação muito rica para o processo de projeto (E7, 2018).

Nesta parte final da entrevista, a abordagem realizada buscou-se compreender a troca de experiência entre as etapas e profissionais atuantes no processo de projeto e de execução da construção, visto que a construtibilidade busca esta integração entre estes estágios em busca da excelência. Conforme Rodrigues (2005) os projetos deverão ser formulados em concordância entre os projetistas envolvidos e a equipe de execução, compatibilizando-os desta forma a obter o desenvolvimento de sequências construtivas buscando otimização dos recursos e dos processos de projeto e de execução de obras.

6. Considerações Finais

Este artigo teve como principal objetivo analisar a contribuição da construtibilidade para os processos de projeto na construção civil através da percepção dos profissionais da arquitetura e da engenharia civil coletadas a partir de entrevistas, e posteriormente analisadas com base na revisão bibliográfica apresentada.

A construtibilidade é considerada como uma importante ferramenta para a gestão em todas as fases do processo construtivo, sendo associada a ações como a otimização dos processos e métodos construtivos. Deste modo, pode-se reconhecer o potencial do projeto quando contemplados os princípios relativos a construtibilidade, através de ações que visem ampliá-la em todas as etapas dos processos de projeto para a construção civil.

Com base nos conceitos apresentados e nos resultados das entrevistas, infere-se a respeito dos conhecimentos destes profissionais sobre construtibilidade e sua aplicabilidade. Em geral, pode-se observar que poucas entrevistas demonstraram conhecer a definição do termo em estudo, contudo, é evidente a presença de muitos dos princípios da construtibilidade, mesmo que de forma instintiva, elas se fazem presente na atividade diária das atividades, o que reforça e corrobora com as hipóteses levantadas, que trazem a construtibilidade como uma ferramenta de gestão capaz de maximizar e buscar inovações em processo de gestão para a construção civil.

O presente trabalho pretendeu contribuir para o entendimento da construtibilidade sob a ótica de profissionais da construção civil, arquitetos e engenheiros civis, buscando desenvolver uma perspectiva mais ampla sobre a aplicabilidade dos conceitos, indo além dos benefícios relacionados a qualidade e produtividade, mas também, demonstrando os avanços possíveis, através da construtibilidade, em busca de um projeto de projeto e construtivo que equilibra aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15757**: Edifícios Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BARROS, M.M.B; SABBATINI, F. H. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalização na produção de edifícios**. São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, 2003.

CODINHOTO, R. FERREIRA, R.C. EGÉA, A.M. **Projeto integrado para a produção de edifícios**. São Paulo, 2004. (Relatório Técnico Preliminar).

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability Concepts File**. Universidade do Texas em Austin, 1986.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability Concepts File**. Universidade do Texas em Austin, 1987.

_____. **Prefabrication, Preassembly, Modularization, and Offsite Fabrication in Industrial Construction:** A framework for decision-making program. Universidade do Texas em Austin. Jul. 2002 (Research summary 171-2).

FIALHO, B. C.; COSTA, H. A. ; FABRICIO, M. M. . **BIM e Coordenação Modular: contribuições a partir do estudo do Edifício E1 da Escola de Engenharia de São Carlos.** ARQ.URB, 2018.

GLAVINICH, T.E. **Improving constructability during design phase.** Journal of Architectural Engineering. v. 1. n. 2, p. 73-76. Jul. 1995.

GRIFFITH, A. SIDWELL, A.C. **Development of constructability concepts, principles and practices.** Journal Engineering Construction and Architectural Management. 1997.

HELANDER, M. WILLIEN, B. **Design for human assembly.** The occupational ergonomics handbook. Boca Raton: CRC Press. 1999.

MIYAMOTO, J. ; KOS, JOSE R. . **Especificidades dos projetos sustentáveis, em arquitetura e urbanismo.** ARQ.URB, v. 22, p. 80, 2018.

NIMA, M. A. et al. **Evaluation of the role of the contractor's personnel in enhancing the project constructability.** Structural Survey, v. 19, n.4, 2002.

O'CONNOR, J.T. et al. **Constructability concepts for engineering and procurement.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 113, n.2, 1987.

O'CONNOR, J.T, TUCKER, R. L. **Industrial Project constructability improvement.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 112, n.1, 1986.

RODRIGUES. M.B. **Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RUSSEL, J. S.; GUGEL, J. G.; RADTKE, M. W. **Benefits and Costs of Constructability:** Four Case Studies. Universidade de Winsconsin-Madson. 1992.

SEBRAE. **Cenários Prospectivos: O setor de construção no Brasil, de 2016 a 2018.** 2016. Disponível em:
<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/\\$File/7531.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/$File/7531.pdf)> Acesso em: 18 jun. 2018.

SAFFARO, F. A. **Uma proposta para a classificação de decisões voltadas a melhoria da construtibilidade.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004. Disponível em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0502_0176.pdf. Acesso em: 28 dez. 2017.

TATUM, C. B. **Improving constructability during conceptual planning.** Journal of Construction Engineering and Management. New York, vol 113, n. 2, p. 191-207. 1987.

ZUCCHETTI, L. **A construtibilidade como requisito de avaliação de componentes para a edificação: o caso do Elemento de Integração alvenaria/esquadria.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

WONG, W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. H. W.; SHEN, L. Y. **A study of measures to improve constructability.** International Journal of Quality and Reliability Management. v. 24, n. 6, p. 586-601. Fev. 2006.