APLICAÇÃO DO TVD ASSISTIDO POR BIM NA FASE INICIAL DE UM PROJETO COLABORATIVO[1]

PEREIRA, L. M., Universidade de São Paulo, e-mail: lc.melchiori@gmail.com; FERRARI, F. A. M., Universidade de São Paulo, e-mail: fernandamarinoferrari@usp.br; CAMELO, G. H., Universidade de São Paulo, e-mail: gabrielahcamelo@gmail.com; ARAGÃO, D. L. J., Universidade Estadual de Londrina, e-mail: nill.arquitetura@gmail.com;

ABSTRACT

The collaborative design process based on Building Information Modeling (BIM) and Target Value Design (TVD) was discussed from the results of a workshop offered by a post-graduate discipline in Architecture. The aim was to address operational aspects in the adoption of such practices experienced by the project team. The analysis method was the perception triangulation of the professionals involved in concept design activity. The design team intervened in process model defined from the theory, employing the reflection in action. It was concluded that the problem-solution iteration alters the functions importance of the constructive systems during the design concept, which makes inadequate the resources preallocation to comply the client requirements.

***Keywords**: Collaborative design. Target value design. Building information modeling.*

1 INTRODUÇÃO

Alcançar novos e melhores patamares de eficiência e eficácia no projeto do Ambiente Construído (AC) impõe aos profissionais de Arquitetura e Construção (AEC) adotarem práticas e ferramentas de gerenciamento de valor (GV). Devido à complexidade de caráter social e técnico do projeto, a colaboração entre os profissionais envolvidos no processo decisório e a automação de atividades auxiliares na tomada de decisão são condições para alcançar este desafio que se apresenta ao setor (MORAIS; GRANJA; RUSCHEL, 2015).

Estudos ligados à *Building Information Modeling* (BIM) e *Target Value Design* (TVD), oferecem os meios de viabilizar o GV ainda na fase inicial da realização de projetos (MORAIS; GRANJA; RUSCHEL, 2015). Todavia, ao aplicar alguns dos procedimentos e ferramentas apresentados pela bibliografia identificada, observou-se que alguns aspectos operacionais na adoção de tais práticas não são suficientemente discutidos.

Assim, o objetivo deste artigo é discutir a experiência de uma equipe de arquitetos envolvidos na concepção de uma Unidade Básica de Saúde (UBS) desenvolvida com base em instrumentos de gerenciamento do valor e modelagem da informação, por ocasião de um workshop realizado em uma disciplina de pós-graduação de arquitetura.

[1] PEREIRA, L. M. FERRARI, F. A. M., CAMELO, G. H., ARAGÃO, D. L. J., Aplicação do TVD assistido por BIM na fase inicial de um projeto colaborativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O *Target Costing*, ou Custeio Meta (CM), é uma estratégia de projeto, oriunda do setor automobilístico, que visa estabelecer uma vantagem econômica à indústria negociando melhores condições de produção junto à cadeia de fornecimento, para viabilizar maiores taxas de lucro em um preço de mercado competitivo (TANAKA, 1993). Por outro lado na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) costuma se vincular ao GV do produto tanto para o cliente como para cadeia produtiva (BALLARD; REISER, 2004), definindo para tanto a relação entre o desempenho esperado por estes clientes e o quanto estão dispostos a arcar pelo desempenho alcançado (PENNANEN et.al., 2011). Assim, o CM visa identificar e eliminar sistematicamente custos desnecessários e incorporar melhorias ao produto, visando agregar o máximo de valor ao mesmo.

O TVD ou valor-meta do projeto é uma revisão crítica do CM para a indústria da AEC, que reconhece as particularidades ligadas à previsão do custo em produtos complexos com produção individualizada (BALLARD, 2012), em que o potencial para automatização e fabricação em série é limitado devido a seus atributos estarem intimamente relacionados às condições únicas do uso e do lugar em que é construído. Por isso, diferente do enfoque do CM sobre a negociação com cadeia de fornecedores, esta estratégia tem como foco a integração e gerenciamento da fase de definição e concepção do projeto (MACOMBER et.al., 2007).

O GV realizado desde a concepção do projeto soma-se ao gerenciamento do fluxo de informação e à integração dos demais processos do empreendimento, como novas atribuições do Processo de projeto (PP), conferindo-lhe maior complexidade. Potencialmente, o BIM oferece uma resposta à esta complexidade, pois permite gerenciar a construção do edifício com o maior número de detalhes conhecidos em formato digital (PËNTTILA, 2006), organizando as informações da construção em um modelo que integra diferentes dimensões do edifício (SUCCAR, 2008) ligados a sua função, materiais e técnicas construtivas, cronograma, orçamento etc.

Além de integrar e apoiar o fluxo de informação do projeto, o BIM oferece suporte ao projeto colaborativo entre equipes locais e remotas (CORRÊA; RUSCHEL, 2010). A colaboração visa reduzir a complexidade do PP ao promover o entendimento compartilhado da equipe de projeto sobre o problema e a solução de projeto, de forma a mitigar com mais eficiência os conflitos e as incertezas existentes no processo decisório (PALETZ; CHAN; SCHUNN, 2017). Para que a colaboração ocorra de fato, é fundamental que os atores envolvidos no projeto partilhem suas perspectivas e conhecimentos específicos, negociem e assim construam um entendimento comum sobre os objetivos do projeto e sobre a forma de realizá-los com sucesso. Sem um gerenciamento integrado, que promova e favoreça o entendimento compartilhado, os ganhos esperados com adoção de sistemas colaborativos ficam comprometidos (CHEN et.al., 2003).

Apesar de sistemas BIM favorecerem a colaboração e facilitarem o fluxo de

informação e comunicação, é preciso remodelar as estratégias gerenciais e a organização do projeto, de forma a integrar os conhecimentos, práticas, e ferramentas que dão suporte informacional ao processo decisório, às práticas de negociação, comunicação e entendimento compartilhado, comuns ao projeto colaborativo (LU; ZHANG; ROWLINSON, 2013). Assim, a análise das condições de colaboração em projetos orientados para o GV visando aperfeiçoar eficiência e eficácia esperada em sua operacionalização assume papel central para a adoção bem sucedida de tais práticas.

3 MÉTODO

A análise do PP envolveu a triangulação da percepção dos profissionais envolvidos na atividade, acerca de três pontos:

- Nível de colaboração,
- Adequação da organização pré-definida;
- Sucesso na construção do entendimento compartilhado.

3.1 Forma de análise

Os projetistas foram provocados a discutir tais temas, exemplificando suas constatações com casos retirados da experiência. A discussão sobre o processo foi possível, pois a equipe adotou a prática reflexiva em ação (Schön, 1984), que lhes permitiu analisar criticamente o PP proposto e modifica-lo em curso, de forma a adequar aos objetivos do projeto.

Neste método, os profissionais envolvidos no projeto são provocados a refletir sobre o processo em curso e gerenciar iterativamente mudanças no PP e verificar a efetividade da mudança em ação. Após a conclusão da fase de concepção, os atributos do projeto foram avaliados com base nos indicadores do instrumento de TVD e o atendimento aos requisitos dos clientes dentro do custo meta estabelecido pelos promotores. O resultado satisfatório motivou a discussão sobre uma experiência de projeto satisfatória para ampliar e qualificar o debate sobre a aplicação dos instrumentos TVD na concepção da arquitetura de edificios.

3.2 Caracterização do PP

O PP analisado refere-se às atividades práticas de uma disciplina de pós-graduação em Arquitetura realizada em 2017 na forma de workshop com o objetivo de aplicar a teoria discutida na elaboração de um projeto para UBS. Os instrumentos de GV empregados foram a Técnica de Mudge e o Gráfico Compare, e os quantitativos foram extraídos de um modelo BIM com *template* adequado a este fim (MORAIS et.al., 2015).

A definição dos requisitos envolveu a cooperação dos profissionais de arquitetura e de saúde envolvidos no desenvolvimento, execução e uso de uma UBS existente. Além disso, foram adotados o mesmo terreno, programa e orçamento desta UBS, de forma a aproximar a atividade das restrições de projeto observadas no caso real. Após apresentação do caso real, do relato

e do debate com os convidados, foram formadas as equipes de projeto. Na preparação para o workshop, cabia às equipes levantar as normas e legislações pertinentes a projetos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) e adequar o *template* e famílias do software BIM às especificidades legais e técnicas levantadas.

O PP deveria seguir as seguintes atividades: definição dos requisitos, alocação dos recursos para os atributos que potencialmente atendessem os requisitos, concepção formal e tecnológica do projeto dentro do orçamento previsto.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Atentos à adequação do processo em curso, a equipe identificou a inconsistência da alocação de recursos anterior à definição de uma proposta preliminar, que orientasse a identificação dos atributos. Assim, em vez de realizar uma atividade prévia à concepção, o valor-meta foi construído iteravitamente, conforme o partido do projeto era discutido (fig.1).

Figura 1 – Técnica Mudge

objetivo: Definir o peso maior àquela função que é mais importante do que seu par comparado

obs.: os valores indicados em vermelho foram alterados durante a concepção do projeto, em concordância com a "voz do cliente", visando adequar a importância das funções à seu real impacto para o atendimento dos requitos do cliente. Sem o gerenciamento da atribuição de importancia das funções a iteração entre problema-solução não é considerada, distorcendo a avaliação dos resultados.

Pontuação para aplicação da Técnica de Mudge

Pontos	Classificação
1	Função pouco importante
2	Função significativamente importante
3	Função muito importante

Fonte: A partir de Csillag (1995)

Funções	Pontos linha	FUNÇÕES UBS	TÉCNICA DE MUDGE PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES RELATIVAS DA UBS - PROPOSTA 01																			∑ de pontos da Função	Necessidades relativas
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
A	0	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	A		B 2	C 2	D 2	E 3	F 3	G 3	H 3	I 3	J 3	K 2	L 2	M 1	N 3	O 3	P 2	A 2		0	0,00%
B	3	FUNDAÇÃO	B			B 2	D 2	E 3	F 3	G 3	H 3	I 3	J 3	K 3	L 3	M 2	N 1	B 1	P 2	Q 1		5	1,98%
C	1	PILARES e VIGAS	C				D 1	E 3	F 3	G 3	H 3	I 3	J 3	K 3	L 3	M 3	N 2	O 1	P 1	C 1		3	1,19%
D	1	LAJES	D					E 3	F 3	G 3	H 3	I 3	J 3	K 1	L 1	M 1	N 3	O 3	P 1	D 1		6	2,38%
E	8	ALVENARIA EXTERNA	E						F 1	G 1	H 1	I 1	J 2	E 1	E 1	M 1	N 1	E 1	E 3	E 2		20	7,94%
F	11	ALVENARIA INTERNA	F							G 1	F 1	F 3	J 1	F 1	L 1	M 1	F 1	F 2	F 1	F 2		24	9,52%
G	15	REVESTIMENTO E PINTURA	G								G 1	G 1	G 1	G 1	M 1	G 2	G 3	G 2	G 3			29	11,51%
H	16	PAVIMENTAÇÃO INTERNA	H									H 3	H 1	H 1	H 1	M 1	H 2	H 3	H 2	H 3		29	11,51%
I	7	SISTEMAS DE COBERTURA	I										J 1	I 2	I 2	M 1	N 1	I 2	I 3	I 2		20	7,94%
J	9	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	J											J 2	J 2	J 1	N 1	O 1	J 3	J 1		25	9,92%
K	1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS	K												K 1	M 1	N 1	O 1	P 1	Q 1		12	4,76%
L	5	ESQUADRIAS	L													L 1	L 1	L 1	L 1	L 1		17	6,75%
M	8	AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO	M														M 2	M 3	M 2	M 1		21	8,33%
N	4	ABRIGOS	N															N 1	N 2	N 1		17	6,75%
O	1	FECHAMENTO DO LOTE E OUTROS	O																O 1	Q 2		10	3,97%
P	0	PAVIMENTAÇÃO EXTERNA	P																	Q 1		7	2,78%
Q	0	PAISAGISMO	Q																			7	2,78%
			TOTAL																			252	100,0%
			SOMATÓRIA DOS PONTOS NA COLUNA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
				0	2	2	5	12	13	14	13	13	16	11	12	13	13	9	7	7			

Fonte: autores

A alocação de recursos para cobertura foi condicionada ao requisito de conforto, que se refletiu formalmente em beirais de sombreamento das paredes e materialmente em uma telha tipo sanduiche, que embora mais cara, exige pouca estrutura. O sombreamento permitiu reduzir a exigência de proteção externa das paredes, executadas em bloco estrutural, impermeabilizado e pintado. Estas e outras decisões são sistêmicas e sua

importância não pode ser definida com eficácia antes do exercício criativo de projeto (Fig.2).

Figura 2 – projeto da UBS

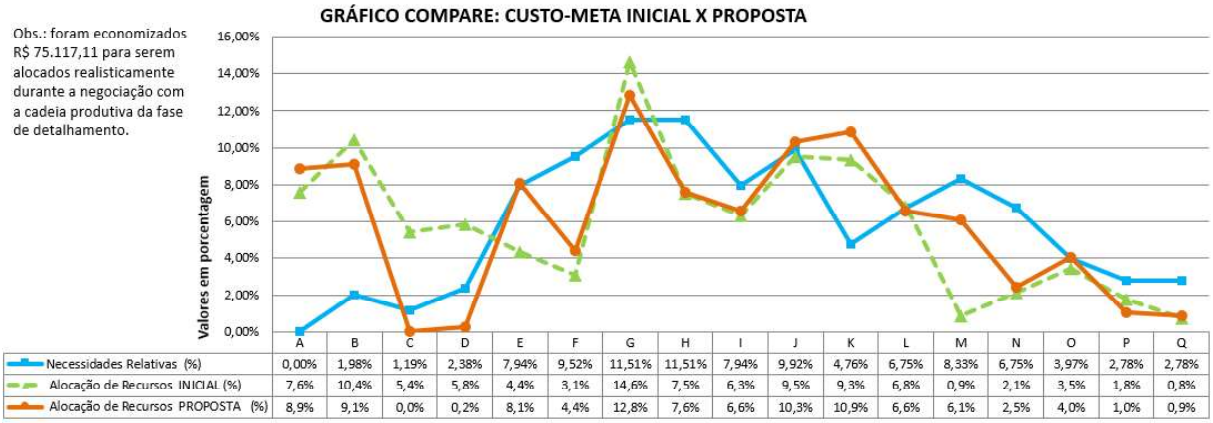


Fonte: autores

Outro entendimento da equipe sobre o PP que motivou uma mudança de estratégia foi alocar menos recursos que o total disponível, reservando parte da alocação à fase de detalhamento (fig.3). Assim, seria possível diminuir a variabilidade decorrente das condições de execução, aproximando a definição de acabamento à negociação com fornecedores e prestadores de serviço.

Figura 3 – Compare

GRÁFICO COMPARE : CONSUMO DE RECURSOS X NECESSIDADE RELATIVA									
SERVIÇOS		FUNÇÕES (VERBO + SUBSTANTIVO)			CUSTO PREVISTO (R$)	Alocação de Recursos INICIAL (%)	CUSTO PROPOSTO (R$)	Alocação de Recursos PROPOSTA (%)	Necessidades Relativas (%)
SERVIÇOS PRELIMINARES	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	A	Permitir	Instalação do canteiro de obras	40.346,38	7,6%	40.346,38	8,9%	0,00%
SUPERESTRUTURA	FUNDAÇÃO	B	Transmitir	esforços verticais	55.232,35	10,4%	41.369,19	9,1%	1,98%
	PILARES e VIGAS	C	Transmitir	esforços verticais e horizontais	28.810,94	5,4%	-	0,0%	1,19%
	LAJES	D	Transmitir	esforços horizontais	30.827,50	5,8%	1.060,00	0,2%	2,38%
PAREDES E PAINEIS	ALVENARIA EXTERNA	E	Limitar	o edifício e vedação externa	23.073,31	4,4%	36.778,53	8,1%	7,94%
	ALVENARIA INTERNA	F	Limitar	os ambientes internos	16.424,07	3,1%	19.895,49	4,4%	9,52%
REVESTIMENTOS E PINTURAS	REVESTIMENTO E PINTURA	G	Revestir	superfícies verticais	77.442,21	14,6%	58.182,12	12,8%	11,51%
	PAVIMENTAÇÃO INTERNA	H	Revestir	superfícies horizontais internas	39.734,68	7,5%	34.604,49	7,6%	11,51%
COBERTURA	SISTEMAS DE COBERTURA	I	Proteger	de intempéries	33.570,29	6,3%	29.741,41	6,6%	7,94%
INST HIDROSANITÁRIAS	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	J	Prover	uso hidrosanitário	50.484,19	9,5%	46.665,72	10,3%	9,92%
INST. ELÉTRICAS E TELE.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS	K	Prover	energia elétrica e telefonia	49.278,85	9,3%	49.278,85	10,9%	4,76%
	ESQUADRIAS	L	Permitir	iluminação e ventilação	36.022,16	6,8%	29.745,68	6,6%	6,75%
SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO	AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO	M	Prover	conforto do edifício	4.584,72	0,9%	27.800,06	6,1%	8,33%
INSTALAÇÕES ESPECIAIS	ABRIGOS e LIXEIRA	N	Prover	equipamentos e armazenamento	11.119,76	2,1%	11.119,76	2,5%	6,75%
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	FECHAMENTO DO LOTE E OUTROS	O	Limitar	área do lote	18.334,80	3,5%	18.334,80	4,0%	3,97%
	PAVIMENTAÇÃO EXTERNA	P	Possibilitar	acesso a UBS	9.413,49	1,8%	4.660,10	1,0%	2,78%
PAISAGISMO	PAISAGISMO	Q	Proporcionar	acesso a natureza	4.025,38	0,8%	4.025,38	0,9%	2,78%
				TOTAIS	528.725,09	100,0%	453.607,97	100,0%	100,0%



Fonte: autores

O ajuste da importância das funções para o cliente durante o detalhamento do projeto depende do envolvimento da equipe de projeto na negociação da aquisição dos serviços e subprodutos componentes da edificação, o que aproxima esta parte da atividade ao conceito de original de CM.

5 CONCLUSÕES

A agilidade decorrente da associação entre as ferramentas de GV e BIM foram cruciais para viabilizar o resultado com rapidez tempo e a precisão alcançados. A modelagem da informação beneficiou a concepção na comunicação e na validação das alternativas apresentadas pelos projetistas, possível com automatização parcial da extração de informações paramétricas do projeto. Contudo, o potencial de trabalho remoto não foi explorado, exigindo intensa atividade presencial. Esta realidade não se assemelha à fragmentação do PP observada em AEC, não sendo possível afirmar se o mesmo resultado seria alcançado com a colaboração remota.

A definição do CM como um processo anterior a concepção do projeto decorre de uma compreensão inadequada de como o processo decisório ocorre. Em projetos complexos, a colaboração entre projetistas e cliente é fundamental para construir um entendimento compartilhado sobre as

características espaciais e os critérios de desempenho esperados, dentre os quais o custo projetado. Assim, parece adequado compreender o TVD como parte da atividade de concepção e gerenciamento do valor do projeto, aproximando-o de uma dimensão estratégica e gerencial ao empreendimento.

Observou-se que soluções mais criativas dependem da negociação direta entre projetistas e executores, pois do contrário as resoluções ficam limitadas à manipulação de resoluções tradicionais similares às existentes no mercado. A equipe constatou que algumas soluções foram evitadas por não serem convencionais, devido os riscos decorrentes da falta de suporte. A falta de um envolvimento direto no gerenciamento da execução sujeita ao PP um entendimento reduzido das condições de construção.

O aumento da eficiência na alocação de recursos ocorreu com uma análise sistêmica do problema-solução, cujo valor foi mensurado por meio das ferramentas de valor. Sem a colaboração assistida pelo BIM, as atividades de modelagem e avaliação das propostas seriam morosas, atrasando o PP. O engajamento da equipe ao representar diferentes perspectivas – técnica, do cliente e dos custos – foi fundamental para aprofundar a negociação para uma solução eficaz em menor tempo. Todavia, atuação nestas funções foi permeável, inviabilizando uma segmentação organizacional das atividades designadas para cada agente.

O potencial observado neste caso único aponta para necessidade de aperfeiçoamento e integração das ferramentas de GV e BIM, o desenvolvimento de competências sociais de negociação em projeto colaborativo e desenvolvimento de uma nova organização para o PP, adequada as novas demandas de GV atribuídas ao projeto. Novas pesquisas são necessárias, para confirmação dos resultados simulados e comparação entre este método de projeto e métodos convencionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos docentes e instituição que ofertou a disciplina, bem como, agradece a CNPQ, ao PUB-USP e a FAPESP, pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa, processo nº 2015/06367-9.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G.; REISER, P. **The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12. 2004, Helsingore. Proceedings… Helsingore: IGLC, ago. 2004. p. 234-249.

CHEN, F.; Romano, N.; NUNAMAKER, J.; BRIGGS, R. **A collaborative project management architecture**. In: Conference Paper, February 2003. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/3998926> Acesso em: 30 nov. 2017.

CORRÊA, M. V. G.; RUSCHEL, R. C. **Tendências da colaboração em Arquitetura, Engenharia, Construção**. In: FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. Qualidade no Projeto de Edíficios. 1. ed. São Carlos: RiMa, 2010. p. 119-136.

IBUSUKI, U.; KAMINSKI, P. C. **Product development process with focus on value engineering and target-costing: A case study in an automotive company**. International Journal of Production Economics, Nova York, v. 105, 2007.

LU, W.; ZHANG, D.; ROWLINSON, S. **How Important is Inter-organizational Collaboration to the Success of Construction Project BIM Implementation**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/302923780> Acesso em: 30 nov. 2017.

MACOMBER, H; HOWELL, G.; BARBERIO, J. **Target Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value**. California: The American Institute of Architects, 2007. 4p. (Practice Management Digest).

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão de Processo de Projeto Colaborativo com o Uso do BIM**. 2013. 325f. Tese (Doutorado)-Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORAIS, M.; GRANJA, A. D.; RUSCHEL, R. C. **Restrições Orçamentárias E Entrega De Valor: Sinergias Entre Bim E Custeio-Meta**. Gestão & Tecnologia de Projetos. [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/81141>, 2015. Acessado em: 18 mar. 2018.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PALETZ, S. B. F.; CHAN, J.; SCHUNN, C. D. **The dynamics of micro-conflicts and uncertainty in successful and unsuccessful design teams**. Design Studies, v. 50, p. 39–69, 1 maio 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X17300133>. Acesso em: 21 mar. 2018.

PENNANEN, A.; BALLARD, G.; HAAHTELA, Y. **Target costing and designing to targets in construction**. Journal of Financial Management of Property and Construction, v. 16, n. 1, p. 52–63, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13664381111116089>. Acesso em 18 mar. 2018.

PENTTILÄ, H. **Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression**, ITCON 11 (Special Issue The Effects of CAD on Building Form and Design Quality), 2006. p. 395-408.

SCHÖN, D. A. **Problems, frames and perspectives on designing**. DESIGN STUDIES, Cambridge, v. 5, n. 3, p. 132-136, julho 1984. ISSN 0142-694X.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction 18, 2009. p 357-375.

TANAKA, T. **Target Costing at Toyota**. Cost Management, Spring 1993, p. 4-11.