AUTOMAÇÃO NA QUANTIFICAÇÃO DE CABOS ELETRICOS EM SOFTWARE PARAMÉTRICO BASEADO EM OBJETOS 3D[1]

DANTAS FILHO, J.B.P., Instituto Federal do Ceará, email: joaobosco@ifce.edu.br; ANDRADE, G. F., Instituto Federal do Ceará, email: georgeandrade@rocketmail.com; EVANGELISTA, A. A., Instituto Federal do Ceará, email: arturevang@gmail.com, ANGELIM, B.M., FORTBIM, email: bruno@fortbim.com.br; BARROS NETO, J.P., Universidade Federal do Ceará, email: barrosneto@gercon.ufc.br;

ABSTRACT

A set of technologies, processes, policies and especially BIM skills are required to enable BIM use: extraction of quantities. However, despite the need for this knowledge, obstacles arise to challenge designers. Electrical cables are not modeled, but only treated as annotations in conduits, and so it is not possible to extract quantities of non-modeled elements. The repetitive process automation is able to help the modeling of construction information and serve for circumventing obstacles in the work routine. The objective of this work is to explore the creation of routines of automation to correlate data of electrical cables with length of conduits to enable the extraction of cables quantities. The methodology is qualitative, and the research strategy is action research. Using Dynamo as a design information processing platform enabled the extraction of cabling quantities from the BIM model. It is observed that the challenges of innovation occur in the daily routine of professionals who need new skills to express creativity and innovation. As a contribution, the research exposes a limitation of Revit specifically on electrical projects that software developers can invest in enhancements.

***Keywords**: Electrical project. Information modeling. Automation. Visual programming.*

1 INTRODUÇÃO

A implementação do BIM é iniciada através da implementação de uma ferramenta de software paramétrica 3D baseada em objetos (SUCCAR, 2010). As ferramentas de software estão em constante desenvolvimento e evolução, mas possuem limites que precisam ser contornados pelos projetistas na rotina diária. A ferramenta Revit®, quando aplicada ao desenvolvimento de projetos elétricos apresenta alguns desafios para usos BIM específicos, tais como, modelagem e extração de quantidades de cabos elétricos.

O objetivo deste trabalho é explorar a criação de rotinas de automação para correlacionar as informações de cabos elétricos presentes nos circuitos elétricos com o comprimento de condutores para permitir a extração de quantidades de cabos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As metodologias paramétricas desafiam as capacidades do Building Information Modeling (BIM) como uma ferramenta de projeto (BRISCOE,

[1] DANTAS FILHO, J.B.P.; ANDRADE, G. F.; EVANGELISTA, A. A.; ANGELIM, B.M; BARROS NETO, J.P., Automação na quantificação de cabos elétricos em software paramétrico baseado em objetos 3D. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2017). O Dynamo é uma linguagem de programação visual que pode interagir com o Revit para a criação de ferramentas personalizadas (IBRAHIM, 2016).

Pesquisas indicam que é tecnicamente viável o uso de ferramentas de linguagem de programação visual na modelagem da informação da construção, particularmente se essas ferramentas estiverem intimamente integradas com as ferramentas de criação de modelos BIM (MONTEIRO; MONTEIRO, 2016).

Dynamo proporciona na uma abordagem simples para extração de informações de planilhas e a atualização de parâmetros compartilhados com uma variedade de tipos de informação (KHAJA; SEO; MCARTHUR, 2016).

Diversos estudos recentes demonstraram possibilidades nesta área de pesquisa (LU *et al.*, 2017). Observam-se muitas pesquisas nacionais que exploram a inovação por meio de ferramentas de modelagem de informações associadas a programação (BRITO; FERREIRA; COSTA, 2017; FERREIRA; COSTA; ROSA., 2017). Dynamo pode suportar todo o desenvolvimento de projetos na fase pré-obra, inclusive: desenvolvimento de modelos e visualização, coordenação e verificação de códigos, simulação, quantificação, orçamento, planejamento 4D e detalhamento (CBIC, 2016).

3 METODOLOGIA

Foi adotada uma metodologia qualitativa e a estratégia de pesquisa foi a pesquisa-ação, onde o pesquisador tem a oportunidade de coletar informações e dados de execução de atividades em tempo real. Pesquisa-ação é considerada um modelo alternativo de pesquisa proposto para possibilitar obtenção de resultados socialmente mais relevantes (GIL, 2008). . Conforme defendido por Baskerville (1997), essa estratégia de pesquisa adotada se justifica para introdução de mudanças no processo e observação dos efeitos dessas mudanças.

O delineamento da pesquisa é apresentado na Figura 1. Em cada uma das etapas trabalharam em conjunto o pesquisador e uma equipe de desenvolvimento de projetos formada por um arquiteto, um engenheiro eletricista e um técnico de edificações.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa-ação



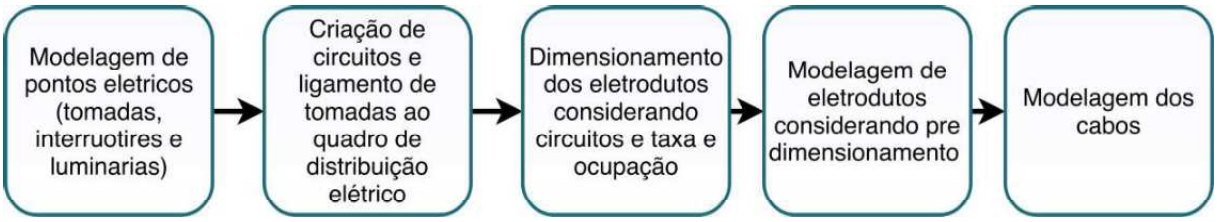
Fonte: Elaborado pelos autores.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas. Na primeira foi realizado o diagnóstico para identificar problemas ou ineficiências ou limitações relacionadas ao desenvolvimento de projeto elétrico em software BIM e se baseou na experiência de desenvolvimento de projetos anteriores da equipe de projetos. Na segunda foi realizado o planejamento da ação com as mudanças propostas para melhorar ou resolver as dificuldades identificadas. Na terceira ocorreu a tomada de ação com a introdução de mudanças e observação dos efeitos durante o desenvolvimento de um projeto elétrico. Na quarta, denominada especificando aprendizagem, foram feitas as análises dos dados observados e discussão com a equipe de projetos.

4 RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o resultado do levantamento do processo de projeto elétrico baseado em BIM. Identificou-se que o desenvolvimento do projeto se deu por meio de uma ferramenta de software paramétrica baseada em objetos 3D onde os usuários geram modelos com a disciplina de projeto elétrico evidenciando o estágio BIM 1 conforme defendido por Succar (2009). Verificou-se uma limitação do processo, em parte do software e em parte de maturidade BIM dos usuários por haver um passo do processo que ocorre suportado externamente por planilhas de Excel. Após a realização dos dois primeiros passos – modelagem de pontos elétricos e criação de circuitos – ocorre o dimensionamento dos eletrodutos sem o suporte do software de modelagem 3D, mas com as informações resultantes da criação dos circuitos. Com o resultado dos cálculos é realizada a modelagem dos eletrodutos. O processo de modelagem dos cabos, foi identificado como uma limitação do Revit®, por não apoiar uma modelagem capaz de proporcionar uma extração de quantidades de cabos baseada no modelo.

Figura 2 – Processo de projeto elétrico e modelagem em construção virtual



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, foi aplicada uma mudança neste processo com o objetivo de testar um novo método de modelagem de cabos que proporcionasse uma quantificação adequada. A modelagem da informação de cabos foi realizada pela implementação de um código que pode ser resumido pela expressão (1):

$$(Contagem)(tipo) - seção \quad (1)$$

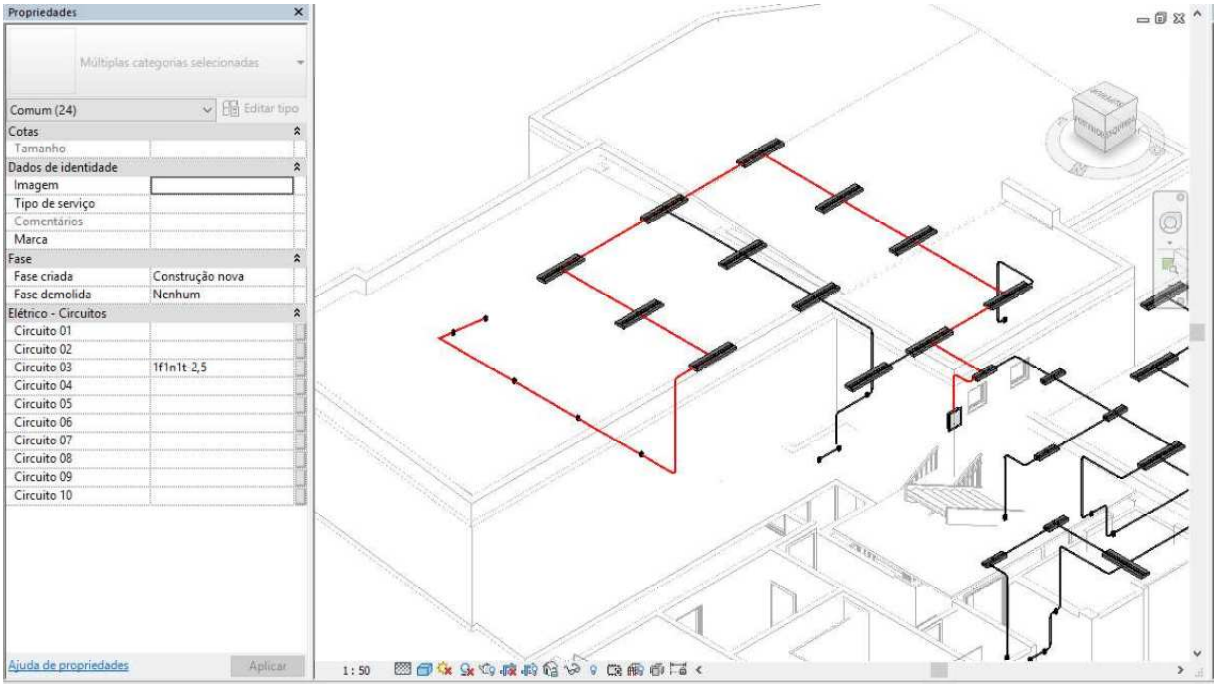
onde, Contagem = quantidade de fases, se monofásico 1, se trifásico 3;

Tipo= se fase (f), se neutro (n), se terra (t) e se retorno (r)

Secção= refere-se à secção do cabo em milímetros, ex.: 2,5 mm;

Parâmetros compartilhados pelos elementos 3D, eletrodutos e conexões foram criados para receber a informação de cabos elétricos. O processo de modelagem de informações foi realizado manualmente por meio da seleção do caminhamento entre o quadro elétrico e o ponto elétrico que eram tomadas ou luminárias, na Figura 3, destacado em vermelho. Observa-se que a realização deste processo de modelagem de informações de forma manual possibilita o risco de erro humano e pode ser inviável para grandes obras. Esta limitação também deve receber o esforço criativo para ser contornada por meio da automação. Neste trabalho o foco foi na saída das informações e não na entrada, mas acredita-se que é de suma relevância resolver também a questão da entrada de informações com a inserção de objetos 3D capazes de receber circuitos automaticamente.

Figura 3 – Parâmetros compartilhados e modelagem das informações em eletrodutos e conexões



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 4 apresenta o fluxograma de como funcionou o processo de extração de quantidades de cabos elétricos por meio da automação. Esse Fluxograma foi construído por meio de informações obtidas em entrevista com o modelador e programador.

Inicialmente criou-se uma programação para ler os campos de informação dos eletrodutos e conexões no modelo 3D. No primeiro passo ocorre a troca de dados entre os softwares Revit e Dynamo, dados provenientes de elementos 3D eletrodutos e conexões. Tais informações geram uma entrada de dados estruturada na forma de listas com níveis que são processados ao longo dos passos: classificar, separar, agrupar e cruzar. No último passo ocorre uma nova troca de dados na medida que as informações

processadas são exportadas para formato Excel.

Figura 4 – Processamento de quantidades de cabos elétricos com automação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 apresenta os dados resultantes do processamento de quantidades de cabos elétricos com automação. Evidenciando os benefícios oriundos da rotina de programação desenvolvida na pesquisa. Informações produzidas com as informações de quantidade correlacionadas com o comprimento dos eletrodutos previamente modelados.

Tabela 1 – Quantitativo extraído de modelo BIM com automação

Circuito	Fase	Neutro	Terra	Retorno	Total
01	26,87669	26,87669	26,87669	0	80,63006
02	44,8067	44,8067	44,8067	0	134,4201
03	36,28033	36,28033	36,28033	0	108,841
04	24,44587	28,71732	0	39,59824	92,76143
05	45,81426	35,64183	0	49,44814	130,9042
	Total geral				**547,5568**

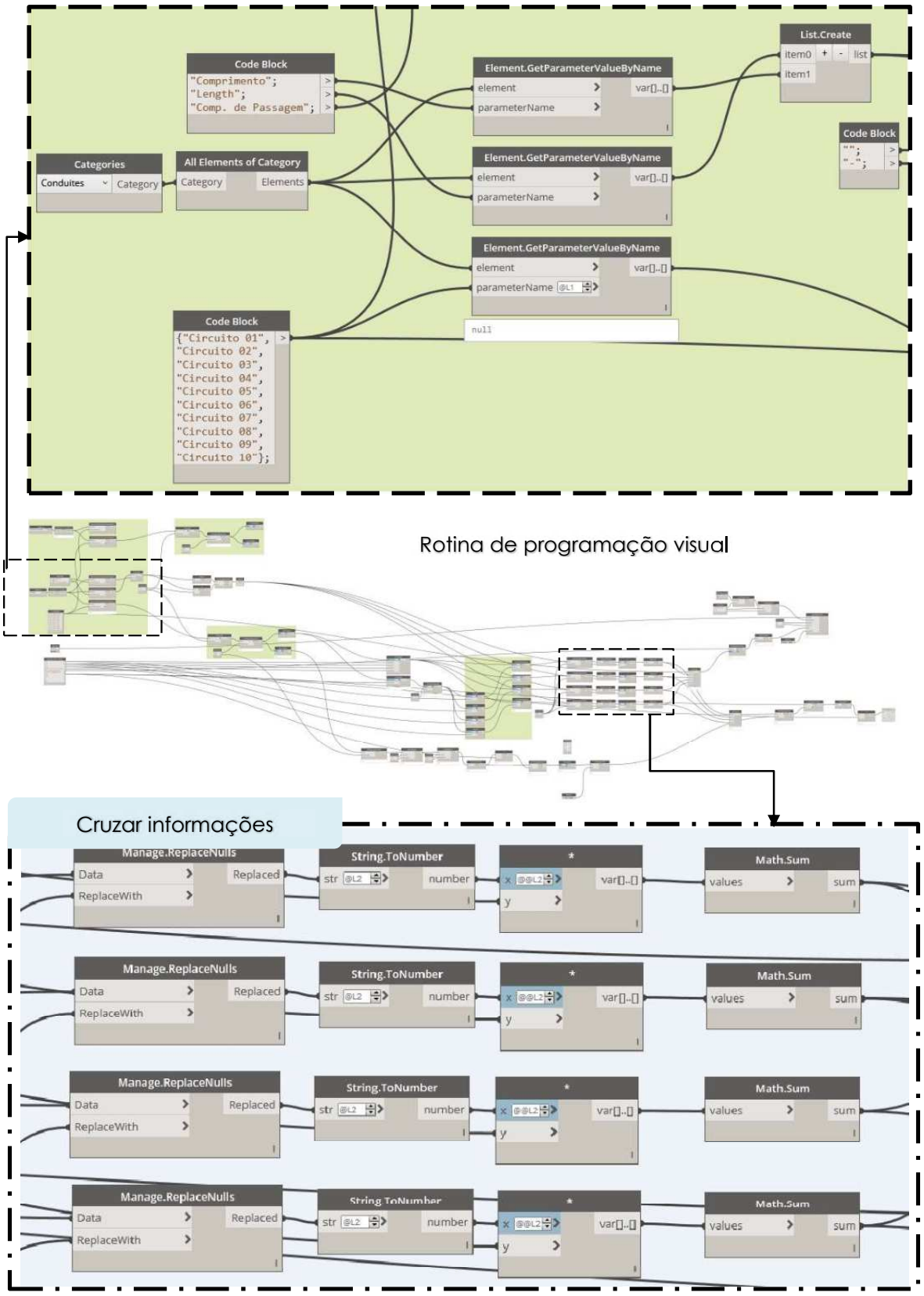
Fonte: Elaborado pelos autores.

O processo de desenvolvimento de rotinas de programação com suporte do Dynamo, foi considerado uma atividade complexa pela equipe de projetos e operacionalmente disponível a apenas um dos participantes que trouxe experiência anterior para o então atual grupo de trabalho.

A Figura 5 é uma captura de tela de uma rotina de programação visual desenvolvida no software Dynamo, nela estão representados e interligados por "fios", os nós (nodes), que funcionam como representações visuais do conceito de máquina de função, recebendo, à esquerda, uma entrada de dados estruturada na forma de listas com níveis e, à direita, a saída de dados processados de acordo com o conjunto de operações (lei) da função ou nó.

Figura 5 – Programação visual desenvolvida no software Dynamo.





Fonte: Elaborado pelos autores.

Estão destacados os blocos de nós referentes à Aquisição de informações: seleciona-se uma categoria de elementos, no caso conduítes, para extrair de cada instância um valor de parâmetro com base no nome do

parâmetro. São extraídos os valores de parâmetros de contagem e classificação (“Circuito 1”, “Circuito 2”..., inseridos pelo usuário) e o valor do comprimento (parâmetro do sistema para conduítes). Cruzamento de informações: após o tratamento dos dados de contagem e classificação para que se separem em listas distintas a contagem, a seção e o tipo de uso (“F”, “N”, “T” e “R”) a lista de valores das contagens tem seu tipo de dado modificado, de caracteres para inteiro, e é então multiplicada pela lista de comprimentos, gerando 4 listas que corresponderão às colunas da tabela de quantificação de cabos criada.

5 CONCLUSÕES

A utilização do *Dynamo* como plataforma de processamento de informações de projeto permitiu a extração de quantidades de cabeamento a partir do modelo BIM.

Primeiramente foi realizada mudança no processo de modelagem inserindo a informação dos cabos elétrico conforme projeto em parâmetros compartilhados por eletrodutos e conexões no caminhamento de cada circuito. Em seguida, as informações foram processadas, organizadas e contabilizadas automaticamente por rotina de programação em formato *dynamo script*. A limitação do software de modelagem da informação de cabos elétricos foi contornada sem investimento de recursos soluções disponíveis no mercado, tais como, outros softwares ou plug-ins. Dynamo é entendido como uma plataforma de construção de soluções e os resultados dessa pesquisa evidenciam isso.

Observam-se que os desafios da inovação ocorrem na rotina diária dos profissionais que precisam de novas competências para expressar a criatividade e inovação. Essa pesquisa traz facilidades aos usuários do Revit e busca ampliar a modelagem de informações de construção, em especial aquelas relacionadas aos cabos elétricos, com o uso de uma nova ferramenta. Como contribuição a pesquisa expõe uma limitação do Revit especificamente em projetos elétricos que os desenvolvedores de software podem investir em aprimoramentos.

REFERÊNCIAS

BASKERVILLE, R. L. Distinguishing action research from participative case studies. **Journal of Systems and Information Technology**, v. 1, n. 1, p. 24–43, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13287269780000733>. Acesso em: 27 jun. 2014.

BRISCOE, D. PARAMETRIC PLANTING GREEN WALL SYSTEM RESEARCH + DESIGN USING BIM. n. October 2014, p. 333–338, 2017.

BRITO, B.; FERREIRA, E.; COSTA, D. Estimativas de custos com base em BIM e algorítimos generativos para decisões de projeto. *In*: Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: 2017. Disponível em: <https://goo.gl/23qt28>. p.364–371

CBIC. **Colaboração e integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para**

Construtoras e Incorporadoras (G. C. B. e Comunicação, Ed.). Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 2016. . Disponível em: <https://goo.gl/KVPxVH>.

FERREIRA, E. A.; COSTA, C. F.; ROSA., L. J. CRIAÇÃO AUTOMÁTICA DE EAP EM BIM A PARTIR DE PROGRAMAÇÃO VISUAL COMPUTACIONAL. *In*: Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: 2017. Disponível em: <https://goo.gl/23qt28>.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBRAHIM, K. BIM for FM : Input versus Output data. n. November, 2016.

KHAJA, M.; SEO, J. D.; MCARTHUR, J. J. Optimizing BIM Metadata Manipulation Using Parametric Tools. **Procedia Engineering**, v. 145, n. December, p. 259–266, 2016.

LU, Y. *et al.* Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. **Automation in Construction**, v. 83, n. August, p. 134–148, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.024>.

MONTEIRO, A.; MONTEIRO, A. Visual Programming Language for Creating BIM Models with Level of Development 400. *In*: 4TH BIM INTERNATIONAL CONFERENCE, September, São Paulo. **Anais**... São Paulo: 2016.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>. Acesso em: 23 abr. 2014.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. In: **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. Hershey: IGI Global, 2010. p. 65–103.