

---

## **A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

## **THE BIM UTILIZATION IN THE CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS**

### **Prof<sup>ª</sup>. Adriana de Paula Lacerda Santos**

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina  
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia de Produção, Setor de  
Tecnologia, Centro Politécnico, s/n, Jardim das Américas, CP: 19011  
Curitiba, Paraná, Brasil  
[adrianapls@ufpr.br](mailto:adrianapls@ufpr.br)

### **Lilian Cristine Witicovski**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil  
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de  
Tecnologia, Centro Politécnico, s/n, Jardim das Américas  
Curitiba, Paraná, Brasil  
[liliwiticovski@gmail.com](mailto:liliwiticovski@gmail.com)

### **Luciana Emilia Machado Garcia**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil  
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de  
Tecnologia, Centro Politécnico s/n Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil  
[lucianaemilia@ufpr.br](mailto:lucianaemilia@ufpr.br)

### **Prof. Sérgio Scheer**

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil  
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de  
Tecnologia, Centro Politécnico s/n Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil  
[scheer@ufpr.br](mailto:scheer@ufpr.br)

**RESUMO:** O sucesso de um projeto de construção é o resultado do gerenciamento de diferentes recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital) que podem estar sujeitos a limitações e restrições. As informações sobre os recursos são fundamentais para o controle do projeto. O sucesso do planejamento e controle do projeto depende da eficiência de modelo computacional que é utilizado. O planejamento do empreendimento não envolve somente a dimensão tempo, mas também a estimativa de custo para cada uma das atividades. Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão, quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, o orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa. Este artigo discute métodos que são usados para realizar o processo de quantificação durante todo o ciclo de vida do projeto conectada ao planejamento e controle da produção das obras, procurando atender as necessidades e objetivos previamente definidos no planejamento estratégico. Neste contexto, o uso do BIM – *Building Information Modeling* pode proporcionar quantificação automática e precisa e, conseqüentemente, reduzir a variabilidade na orçamentação e aumentar sua velocidade, permitindo a exploração de mais alternativas de projeto. Dessa forma, pretende-se proporcionar respostas aos gerentes de maneiras rápida, precisa e de fácil entendimento, possibilitando uma maior visibilidade para o controle das ações no dimensionamento dos recursos necessários à execução da obra.

**Palavras chave:** Orçamento. Levantamento de quantitativos. BIM.

**ABSTRACT:** The success of a construction project is the result of management of several and different resources such as: construction materials, workmanship, construction equipment and financial resources that present restrictions and limitations. The project resource and the data base are needed for a good project control. The success of project planning and control depends on the efficiency modeling, using computational tools. The project planning does not involve only the time planning. It is necessary to develop the project budget. The time planning phase contains the building strategy and the project goals. The budget must present the resources quantities and the relative costs. This paper discusses the methods which are used to establish the quantification process during the cycle time of a construction project. It aims to look for the project planning. In this context, the Building Information Modeling - BIM is able to prove the automatic quantification and it can reduce the most usual problems of the budget. Other BIM advantages are its fast way to quantify the activities from designs and its easy view of the information, which are important characteristics of the budget process.

**Keywords:** Budget. Quantification resources. BIM.

## 1. INTRODUÇÃO

Todo e qualquer empreendimento, nos dias atuais, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Os orçamentos para obras de construção civil compreendem o levantamento da quantidade de serviços, seus respectivos preços unitários e os preços globais do investimento; que devem ser apresentados numa planilha onde consta a descrição dos serviços com suas

respectivas unidades de medidas e quantidades, composição dos preços unitários envolvendo mão-de-obra e materiais, preço unitário de cada serviço e, preferencialmente, o valor total por item e o valor global da obra (COELHO, 2001).

Vários métodos são usados para dar conta de todas as quantidades e os custos associados com um projeto de construção. Um orçamentista deve considerar os planos de construção, especificações, as condições do local, custos, inflação provável, lucros potenciais, o tempo, especiais situações, jurídicas, municipais, administrativas e questões de segurança. Corretamente, quantificar cada um desses itens, pode ser desafiador e demorado (ALDER, 2006).

O método utilizado para obter o custo da construção está relacionado com o estágio de detalhamento do projeto, com o tempo disponível para análise e com o uso a que se destina. Entretanto, os métodos invariavelmente contam com os dados históricos de projetos anteriores, os quais compreendem as composições, os quantitativos e as relações entre as variáveis geométricas (PARISOTTO, 2003).

O processo orçamentário é um sistema de trabalho que, envolvendo toda a empresa, tem por objetivo prever os custos a serem incorridos e o faturamento que cada produto disponível pode realizar, considerando um determinado período de tempo ou exercício, visando avaliar o desempenho da mesma e a consequente expressão na projeção do balanço do exercício atual ou subsequente (KNOLSEISEN, 2003).

Dentre os métodos de estimativas existentes, alguns são mais complexos, fundamentados em características geométricas definitivas, como é o caso do orçamento discriminado, enquanto outros se fundamentam em características mais simples e oferecem uma maior velocidade no processamento dos resultados, embora menos precisos. Mesmo que a precisão de uma estimativa de custo esteja diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis sobre um determinado projeto, nota-se que diferentes tipos de informações afetam distintamente tal precisão, sendo que aqueles dados de caráter mais geral apresentam-se como os mais relevantes e, desta forma, as informações gerais concentram um conhecimento suficiente para a tomada de decisão (OTERO, 2000).

## **2. O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Para avaliar a viabilidade de um empreendimento, é necessário estimar seu custo. Esta estimativa é realizada por meio da elaboração do orçamento (ANDRADE, SOUZA, 2002). Pode-se conceituar orçamento como um instrumento de planejamento e de controle vinculado

aos planos de produção e investimento com a finalidade de otimizar o rendimento dos recursos físicos e monetários à disposição da empresa (ZDANOWICZ, 1984).

Para Limmer (1997), orçamento é definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto. A preparação de um orçamento é imprescindível, para um bom planejamento, pois é com base nele que advém o sucesso de qualquer empreendimento de construção predial. De acordo com Coelho (2006), somente após a conclusão do orçamento pode-se determinar a viabilidade técnico-econômica do empreendimento, o cronograma físico-financeiro da obra, o cronograma detalhado do empreendimento e os relatórios para acompanhamento físico-financeiro.

É importante ressaltar que todo e qualquer empreendimento, contemporaneamente, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Existem muitos tipos de orçamento de produto utilizados na construção civil. Como exemplo, pode-se destacar o orçamento convencional, o executivo, o paramétrico, por características geométricas, processo de correlação, dentre outros (ANDRADE, 1996; ARAÚJO, 2003):

- a) **Convencional:** é feito a partir de composições de custo, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço.
- b) **Executivo:** este tipo de orçamento preocupa-se com todos os detalhes de como a obra será executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo.
- c) **Paramétrico:** é um orçamento aproximado, utilizado em estudos de viabilidade ou consulta rápidas de clientes. Está baseado na determinação de constantes de consumo dos insumos por unidade de serviço.
- d) **Método pelas características geométricas:** baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício de estudo.
- e) **Processo de correlação:** o custo é correlacionado com uma ou mais variáveis de mensuração, podendo ser uma correlação simples (produtos semelhantes) ou uma correlação múltipla (o projeto é decomposto em partes ou itens).

## **2.1 Estimativa de custos**

A estimativa de custo deve ser utilizada em etapas iniciais dos estudos de um empreendimento, quando as informações ainda não estão completas para a elaboração do orçamento detalhado. Não se deve confundir estimativa de custo com orçamento de uma construção; a estimativa é um cálculo expedido para avaliação de um serviço, podendo, para tanto, ser adotado como base os índices financeiros conhecidos no mercado, não devendo ser utilizado em propostas comerciais ou para fechar contratos (DIAS, 2006).

No caso de obras de edificações, um indicador bastante usado é o custo do metro quadrado construído. Inúmeras são as fontes de referência desse parâmetro, sendo o Custo Unitário Básico (CUB) o mais utilizado (MATTOS, 2006).

Os critérios e normas para o cálculo do CUB estão estabelecidos na norma brasileira NBR 12.721/2006 que descreve um método de avaliação de custos unitários de construção e incorporação imobiliária e outras disposições de condomínios de edifícios, sendo responsabilidade dos sindicatos da construção civil, estaduais, calcular e divulgar este índice paramétrico.

## **2.2 Orçamento convencional**

O orçamento de uma obra pode ser definido como uma estimativa ou previsão expressa em termos quantitativos físicos ou monetários que visa auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisões, seja para a empresa como um todo ou apenas para uma obra. Os quantitativos físicos referem-se, por exemplo, à: quantidades de materiais de escritório, materiais de construção, horas de mão-de-obra, horas de equipamentos. Já os quantitativos monetários referem-se à: receitas, despesas, custos, recebimentos e desembolsos (PIETER, VAART, 2004).

Os orçamentos tradicionais geralmente dividem os custos da obra em custos diretos e indiretos. Consideram como custos diretos todos aqueles referentes aos insumos da obra, como, por exemplo, os custos de materiais, equipamentos, mão-de-obra e encargos sociais, sendo os custos indiretos aqueles referentes à administração, ao financiamento e aos impostos (GOLDMAN, 1997; LIMMER, 1996; DIAS, 2003).

Kern (2005) esclarece que para estimar os custos diretos, os orçamentos tradicionais fundamentam-se em levantamentos quantitativos de projetos e utilizam composições de custos relativas às atividades de transformação da obra, por meio de coeficientes de consumo, para cada insumo da atividade orçada.

Matipa (2008) aponta a experiência profissional do orçamentista como obtenção de estimativas de custo, usando anos de conhecimento para montar um preço preliminar.

### **2.3 Orçamento executivo**

Os projetos de construção exigem estimativas precisas para cada etapa do processo. No entanto, como os construtores se envolvem mais cedo no projeto, estimar os custos são, muitas vezes, transferidas para eles. Para evitar gastar recursos significativos de cada mudança no projeto, orçamentistas precisam de ferramentas que pode ajustar rapidamente a estimativa dos custos do projeto (ALDER, 2006). Os orçamentos tradicionais não passam de uma simples lista de preços estimados de elementos construtivos, sem considerar custos relacionados aos métodos e duração das atividades de produção. Não produzem valores reais, tendo em vista o grande número de situações na construção nas quais os custos não são proporcionais à quantidade (KERN, 2005). O orçamento convencional não reflete a maneira pela qual o trabalho é conduzido no canteiro, pois os itens são agrupados por equipes, independente de onde o trabalho ocorre ou da dificuldade de construção (KERN, 2005).

A noção de orçamento executivo surgiu para adequar às informações fornecidas pelo orçamento aos dados obtidos em obra segundo o conceito de operação, ou seja, toda a tarefa executada por um mesmo tipo de mão-de-obra, de forma contínua, com início e fim definidos.

Comparando o orçamento executivo, com o convencional, percebe-se que a maior distinção está no fator tempo. Enquanto, que na abordagem convencional a orçamentação é feita com base na obra pronta, desconsiderando o processo envolvido na fase de execução, na abordagem do orçamento executivo parte-se de uma programação prévia, analisando detalhadamente todo o processo construtivo para se chegar a uma estimativa de custo detalhada. Nesta última abordagem, apenas o custo dos materiais é proporcional à quantidade produzida, enquanto os custos de mão-de-obra e equipamentos são proporcionais ao tempo (GELDERMAN, WEELE, 2005).

No orçamento convencional, os custos são obtidos para cada serviço. No orçamento executivo, os custos são obtidos para cada operação. As diferenças entre o orçamento convencional e o executivo podem ser visualizadas na Figura 1.

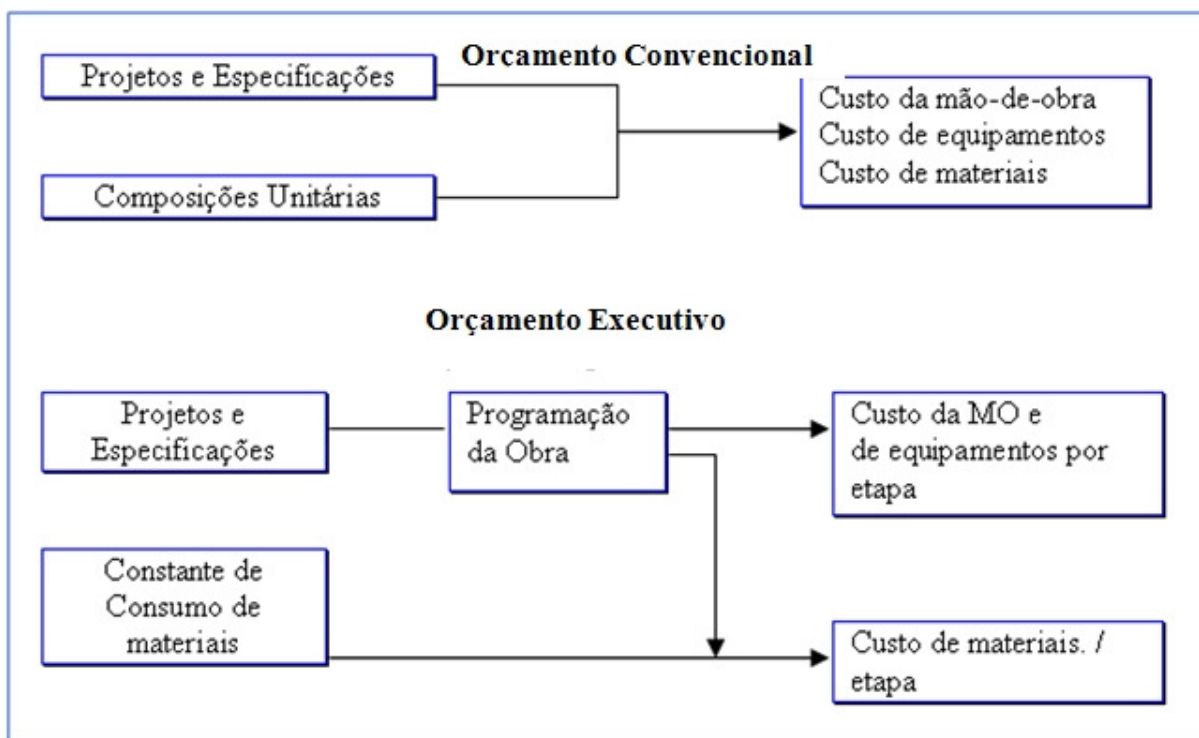


Figura 1 – Diferenças entre o orçamento convencional e o orçamento executivo  
 Fonte: autores

## 2.4 Levantamento de quantitativo

A importância do levantamento de quantitativo dos serviços do projeto fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro uma equipe do projeto (MATIPA, 2008). O levantamento de quantitativos pode ser realizado tanto manualmente quanto eletronicamente, dependendo da preferência e das ferramentas disponíveis pelo orçamentista. Os métodos tradicionais de se realizar um levantamento incluem a medição e todos os elementos de um edifício, utilizando-se da escala. Este método pode ser bastante tedioso, especialmente a transferências de medições para um arquivo, sendo que estas devem ser verificadas cuidadosamente para assegurar a exatidão (ALDER, 2006).

Estimativa de custos para projetos de construção, tradicionalmente começa com uma quantificação, processo intensivo de registro dos componentes de conjuntos de desenhos impressos, ou mais recentemente, desenhos CAD (*Computer-Aided Design*). A partir destas quantidades, orçamentistas utilizam métodos de planilhas de custos para produzir aplicações do projeto estimado. Este processo está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação também é demorada e pode exigir 50% a 80% de uma estimativa de custo de tempo em um projeto (SABOL, 2008).

Se tal dado fosse armazenado em um único formato, tornar-se-ia mais fácil construir um modelo de custos que pudesse ser usado para auxiliar a equipe de projeto. Ao contrário,

variados formatos de dados podem afetar dimensões de engenharia tais como: tempo de dinheiro, recursos, custos de financiamento (MATIPA, 2008). A comunicação entre os envolvidos é outro fator a salientar. A má comunicação entre os profissionais, especialmente sobre a localização de informações, pode desencorajar a partilha de informação (KHOSROWSHAHI; KAKÁ, 1996).

Na lógica do orçamento executivo, a forma de levantamento de quantitativos vai ao encontro à estratégia de execução do empreendimento. Desta forma, o orçamento pode ser elaborado para cada período desejado (semanas, quinzenas, meses), gerando listas de materiais mensais de acordo com os serviços programados para serem executados em tal período.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

A estratégia de pesquisa utilizada para a elaboração deste artigo é um estudo de caso, que de acordo com Gil (2007), o estudo de caso tem o propósito de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação, explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas em que não é possível a utilização de estratégias como o levantamento e os experimentos, pode ser utilizado em pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas.

Segundo Robson (2002), o estudo de caso requer um conhecimento intenso sobre um determinado caso e tem como característica a seleção de um determinado caso (ou um número pequeno de casos relacionados) de uma situação, individual ou grupo de interesse ou assunto que diz respeito.

As seguintes questões foram norteadas para a realização do estudo:

- Que informações são geradas pelos sistemas de gestão de custos utilizados?
- Quais são as principais falhas dos sistemas de gestão de custos tradicionais e operacionais?
- Que ações de melhorias aos sistemas de gestão de custos podem ser propostas?

Para responder estas perguntas, foram realizados dois diagnósticos de sistemas de gestão de custos: o primeiro refere-se a um orçamento tradicional apresentado por uma empresa construtora que atua na execução de obras industriais e comerciais já o segundo refere-se a um orçamento executivo realizado pelos autores. A obra é uma readequação de um



hospital psiquiátrico. Foram analisados o formato, o conteúdo, o fluxo de informação dos sistemas de gestão de custos e os *softwares* utilizados. Buscou-se entender como ocorria a troca de informações para identificar as boas práticas e as principais falhas dos sistemas utilizados. Além das principais dificuldades encontradas na elaboração do estudo, visando identificar as possíveis causas para serem consideradas na proposta. Baseado nestas necessidades foi proposto a utilização do sistema BIM (*Building Information Modeling*) para facilitar o processo de quantificação de serviços da obra.

#### 4. RESULTADOS

O estudo de caso foi caracterizado por informações e dados disponibilizados pelos setores de suprimentos e planejamento da empresa. A Figura 2 representa um desenho do fluxo de informação do sistema atual de orçamentos do estudo de caso. Este esquema apresenta a participação dos diferentes processos e *softwares* utilizados.

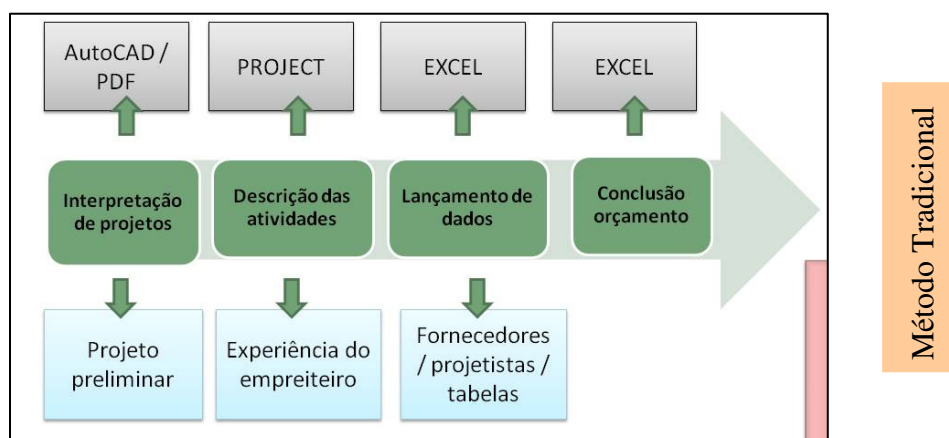


Figura 2 - Esquema de fluxo de informações (orçamento convencional)  
Fonte: Autores

Visualizando a Figura 2, pôde-se perceber que o orçamentista realiza o orçamento a partir de informações dos memoriais e projetos, tais como: dimensões e especificações técnicas. Nesta etapa inicial, apenas o projeto de arquitetura estava finalizado. O levantamento de quantitativos foi feito manualmente em projetos plotados e pela experiência do orçamentistas com dados “aproximados”, pois os projetos foram entregues em PDF (*Portable Document Format*) e alguns detalhamentos em DWG (*Drawing*). A partir daí, lançou-se no *Project* as atividades principais da obra sem durações e sem as atividades antecessoras e predecessoras.

Na Tabela 1 é mostrada a composição de custos de materiais e mão-de-obra para cada atividade listada na planilha do *software MS Excel*. Para estimativa de custos diretos, a

empresa utiliza um *software* de orçamento que possui um banco de dados com composições de custos e insumos de serviços com coeficientes de consumo e preços. Os serviços que não existem no banco de dados devem ser estimados pelo orçamentista com o apoio de fornecedores e a composição de custo passa a ser incluída no banco de dados. A busca por redução dos custos dos empreendimentos praticada pela empresa é fortemente baseada em negociações com fornecedores.

Tabela 1 – Composição de custos no Excel

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO MAT. (UNIT.)(R\$)	PREÇO MAT. (TOT.)(R\$)	PREÇO M.O. (UNIT.)(R\$)	PREÇO M.O. (TOT.)(R\$)	PREÇO FINAL (UNIT.)(R\$)	PREÇO FINAL (TOT.)(R\$)
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>								
PAVIMENTAÇÃO INTERTRAÇADA de blocos de concreto sobre coxim de areia	M2	234,58	38,09	8.935,34	38,97	9.140,93	77,06	<b>18.076,27</b>

Fonte: Autores

#### 4.1 ORÇAMENTO EXECUTIVO

Com as informações disponibilizadas no estudo foi possível desenvolver o orçamento executivo do empreendimento. A Figura 3 representa o desenho do fluxo de informação do processo de orçamentos contemplando os diferentes processos e *softwares* utilizados.



Figura 3 – Esquema de fluxo de informações – orçamento executivo

Fonte: Autores

Para a realização do orçamento executivo, além das atividades necessárias à realização da obra identificadas em projetos e memoriais descritivos, considerou-se os aspectos da produção. A obra foi dividida em unidades de acordo com as suas particularidades do projeto definidas em etapas de obra como mostrado na Figura 4.

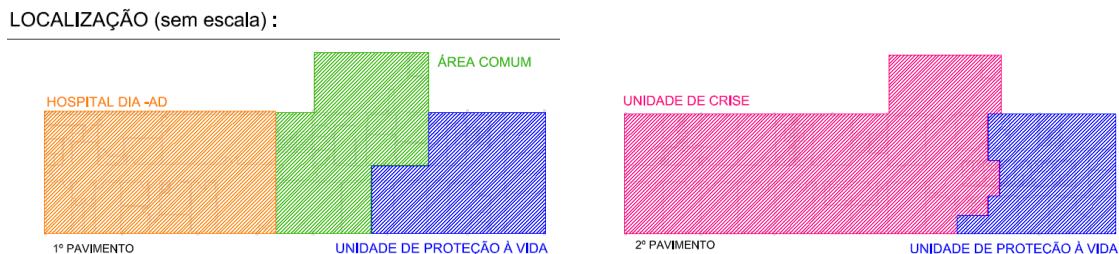


Figura 4 - Esquema de divisão em unidades das etapas da obra  
Fonte: Autores

A partir deste esquema de divisões de etapas da obra, o planejamento foi elaborado no *Project* com auxílio da obra quanto às durações e atividades predecessoras como mostra a Figura 5.

	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	READEQUAÇÃO HOSPITAL	413 dias	Ter 15/9/09	Qui 14/4/11
2	ESCOPO E TERRENO	49,42 dias	Ter 15/9/09	Seg 23/11/09
25	EDIFÍCIO - Unidade de Crise	351,58 dias	Seg 23/11/09	Ter 29/3/11
193	EDIFÍCIO - Unidade de Proteção à vida	401 dias	Ter 15/9/09	Ter 29/3/11
361	EDIFÍCIO - Hospital dia	401 dias	Ter 15/9/09	Ter 29/3/11
529	FACHADA	39 dias	Sex 30/7/10	Qua 22/9/10
541	COBERTURA	33 dias	Seg 9/8/10	Qua 22/9/10
548	COBERTURA	0 dias	Qua 22/9/10	Qua 22/9/10
549	PÁTIO INTERNO - TÉRREO	59 dias	Seg 23/11/09	Sex 12/2/10
590	PÁTIO INTERNO	0 dias	Seg 23/11/09	Seg 23/11/09
591	Limpeza geral da obra	12 dias	Qua 30/3/11	Qui 14/4/11

Figura 5 – Planejamento de atividades  
Fonte: Autores

Para a tomada de decisões que envolvem a questão custo é necessário avaliar o impacto da decisão tomada no custo total do empreendimento. Com o planejamento ilustrado na Figura 6, as tomadas de decisões como a diminuição ou aumento do prazo de execução, as facilidades ou dificuldades no canteiro para a realização de demais atividades e o impacto no fluxo de caixa podem ser evitados e facilitados. Análises de custos isoladas podem indicar que uma decisão implica em aumento de custo de uma atividade.

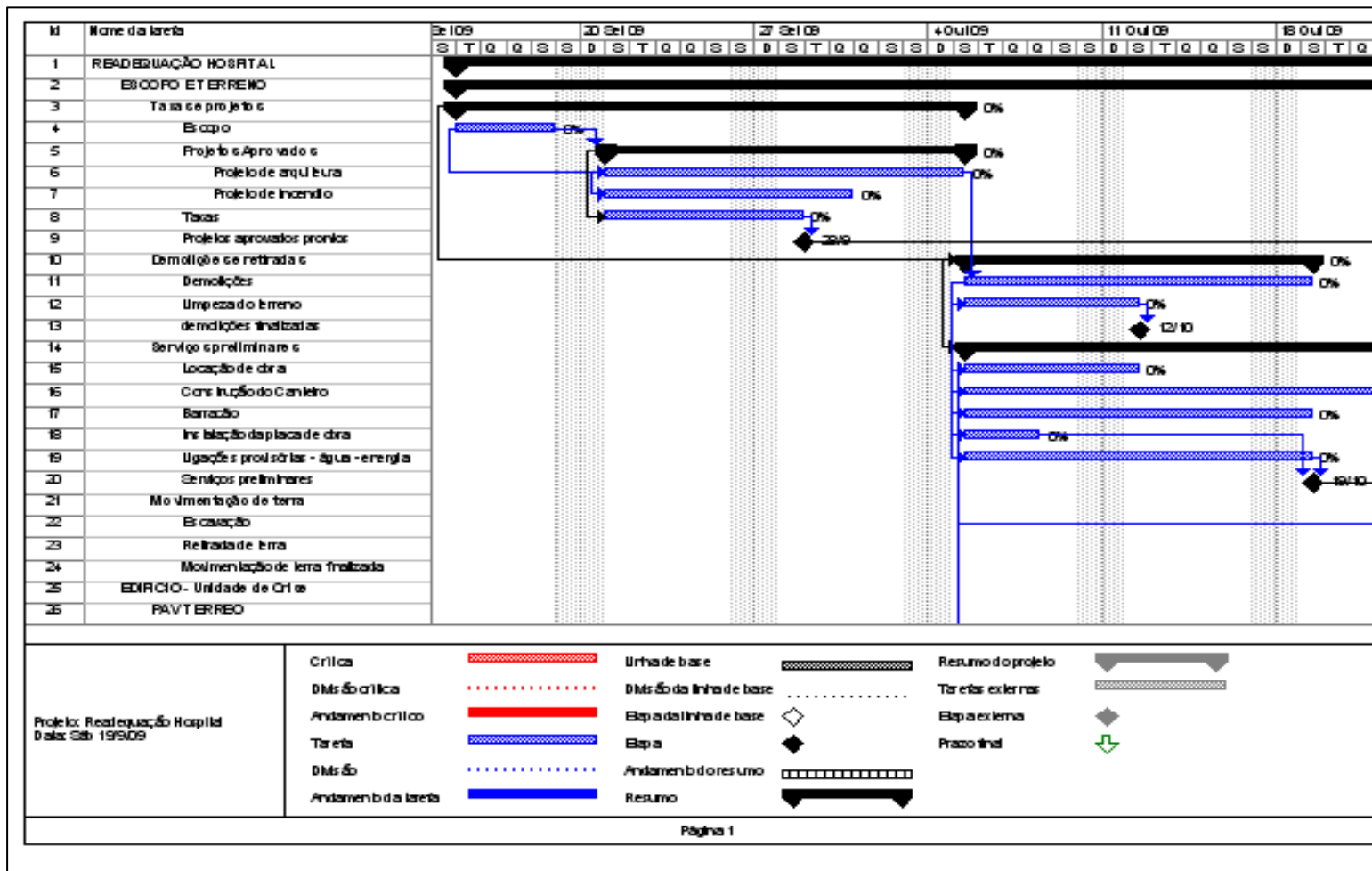


Figura 6 – Gráfico de Gantt  
 Fonte: Autores

Na Figura 7 está a composição de custos de materiais e mão-de-obra para cada atividade as quais foram listadas, utilizando-se o *software* Excel. Na sequencia, estes dados foram transferidos para o planejamento desenvolvido no *MS Project* a fim de possibilitar o controle da obra.

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO								
READEQUAÇÃO HOSPITAL							DATA: MARÇO/2009	
CÓDIGO	SERVIÇO:							UNIDADE
AUX 10.6.3	Revestimento de Concreto Asfáltico Betuminoso / Quente e=4cm							m²
CÓDIGO	EQUIPAMENTOS	UND	QUANT	UTILIZAÇÃO OPERATIVA	UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA	CUSTO OPER	CUSTO IMPROD	CUSTO HORÁRIO
4262	PA CARREGADEIRA SOBRE RODA	h	0,0000012	1,00000	0,00	383746,00	0,00	0,46
6067	ROLO COMPACTADOR VIBRATOR	h	0,0000011	1,00000	0,00	181702,52	0,00	0,20
10488	VIBROACABADORA DE ASFALTO	un	0,0000012	1,00000	0,00	847495,00	0,00	1,02
10642	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS	un	0,000001	1,00000	0,00	322660,22	0,00	0,32
13234	USINA DE ASFALTO A QUENTE, F	un	0,0000013	1,0000	0,00	1252377,47	0,00	1,63
13911	GRUPO GERADOR, 125/145 KVA,	un	0,000001	1,0000	0,00	53624,61	0,00	0,05
(A) CUSTO HORÁRIO DE EQUIPAMENTOS - TOTAL								3,68
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR			UND	COEFICIENTE	SALÁRIO BASE	CUSTO HORÁRIO	
2708	ENGENHEIRO OU ARQUITETO CHEFE/SENIOR			h	0,0100	33,19	0,33	
4069	MESTRE DE OBRAS			h	0,0100	5,54	0,06	
4230	OPERADOR DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS			h	0,0776	4,20	0,33	
6111	SERVENTE OU OPERARIO NAO QUALIFICADO			h	0,1014	1,96	0,20	
6115	AJUDANTE			h	0,0112	1,96	0,02	
6122	APONTADOR OU APROPRIADOR			h	0,0100	4,56	0,05	
7153	TECNICO DE LABORATORIO			h	0,0199	5,13	0,10	
11653	SALARIO MINIMO (MENSAL)			m	0,0003	415,00	0,14	
(B) CUSTO HORÁRIO DE MÃO-DE-OBRA							1,23	
Encargos Sociais de							103,18%	1,34
(B) CUSTO UNITÁRIO DE MÃO DE OBRA							2,57	
CUSTO HORÁRIO TOTAL							6,25	
PRODUÇÃO DA EQUIPE (C)		1					(D) CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO (A) + (B) / C	
							6,25	
CÓDIGO	MATERIAIS/SERVIÇOS			UND	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	
497	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL 50/60(CAP 20)			t	0,0061	1547,18	9,41	
1379	CIMENTO PORTLAND COMUM CP I- 32			kg	1,2380	0,39	0,48	
4221	OLEO DIESEL COMBUSTIVEL COMUM			l	0,1289	2,14	0,28	
4227	OLEO LUBRIFICANTE P/ EQUIP. PESADO (CAMINHAO/TRATOR/RETRO)			l	0,0033	7,88	0,03	
4229	GRAXA			kg	0,0012	9,43	0,01	
4718	PEDRA BRITADA N. 2 OU 25 MM			m³	0,0208	35,00	0,73	
4721	PEDRA BRITADA N. 1 OU 19 MM			m³	0,0208	36,23	0,75	
4741	PÓ-DE-PEDRA			m³	0,0324	29,26	0,95	
11138	OLEO COMBUSTIVEL BPF A GRANEL			l	0,6871	0,90	0,62	
(E) CUSTO DE MATERIAIS - TOTAL							13,26	
Composição SINAPI 26556/18						CUSTO UNITÁRIO - TOTAL (D) + (E)		19,51
						BONIFICAÇÃO - BDI		0,00
						PREÇO UNITÁRIO TOTAL		19,51

Figura 7 – Composição de custos no Excel

Fonte: Autores

Baseado nos dados coletados, foi produzido o Quadro 1, que apresenta as características do orçamento convencional e do executivo.

	CONVENCIONAL	EXECUTIVO
Informação	Diferentes documentos e envolvimento com os participantes do processo. Quantificação manual.	Diferentes documentos. Integração e envolvimento com os participantes do processo. Quantificação manual.
Dinamismo	O orçamento deve ser constantemente atualizado. Atualização de projetos.	O orçamento e planejamento devem ser constantemente atualizados. Atualização de projetos e problemas apresentados na obra.
Software	Falta de interoperabilidade. BANCO DE DADOS X ORÇAMENTO.	Falta de interoperabilidade. Integração dos documentos ORÇAMENTO X PLANEJAMENTO (longo prazo).

Quadro 1 – Dificuldades apresentadas na elaboração do orçamento convencional e executivo  
Fonte: Autores

## 5. PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora pela sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações, como mostra a sua troca de informações na Figura 8.

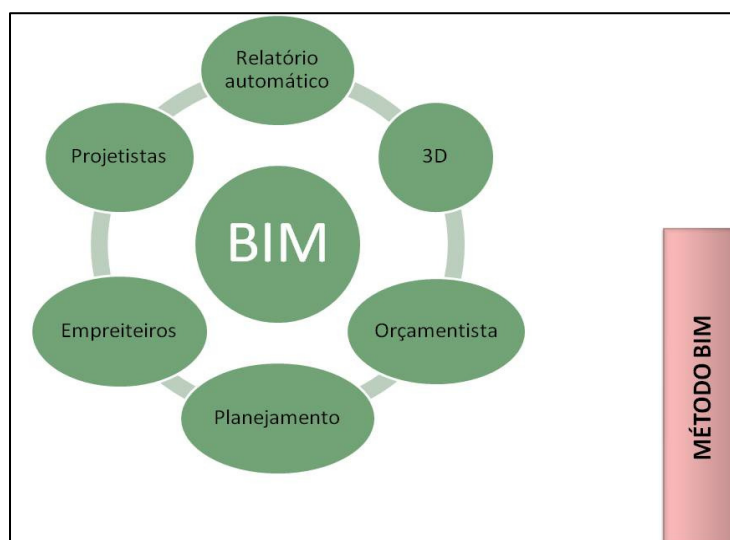


Figura 8 – Fluxo de informações modelo BIM  
Fonte: SABOL (2008)

Como um banco de dados visual dos componentes do edifício, Sabol (2008) apresenta, na Figura 9, um comparativo de quantificação do modelo tradicional com o modelo BIM que pode fornecer a quantificação exata e automatizada, e ajudar na redução significativa da variabilidade das estimativas de custo.



Figura 9 – Estimativa de custos tradicional x quantificação BIM  
 Fonte: SABOL (2008)

A diferença do BIM e do CAD é a elaboração do projeto, pelo usuário, usando objetos ao invés de apenas as linhas. O BIM contém propriedades predefinidas, ou propriedades definidas pelo usuário, que completam quantidades de material (ALDER, 2006).

Produzir estimativas exige a capacidade não somente de contar blocos cerâmicos, portas, janelas, acessórios hidro-sanitários, mas também a visualização destes elementos. Com a utilização do modelo BIM, há uma produção de dados concretos nas fases iniciais do processo de projeto. Várias versões de tais documentos podem existir e o acesso às últimas versões é de crucial importância. O intercâmbio de dados digitais sobre um projeto de construção pode substituir a base de processos impressos e pode aumentar a velocidade e a eficiência da comunicação, bem como melhorar a gestão dos custos da concepção à conclusão – também conhecida como gestão total de custos. O objetivo, no entanto, é integrar todos os dados multidisciplinares gerado pela obra e otimizar a sua utilização (MATIPA, 2008). Assim, os orçamentistas compreendem e visualizam exatamente o que está a ser quantificado para analisar tais cenários diferente (ALDER, 2006).

Alder (2006) apresenta muitos atributos que podem ajudar na estimativa e na quantificação utilizando-se da ferramenta BIM, são eles:

- Visualização e compreensão do escopo do projeto – visão tridimensional.
- Atributos dimensionais a partir de objetos sem quaisquer problemas de escala errada – exibir os itens a serem quantificados.
- Como um modelo é criado, a lista de materiais ou lista parametricamente tornam-se disponíveis e são ligadas aos objetos no modelo. Estas listas podem ser modificadas

para mostrar os parâmetros dos objetos no modelo, tais como as quantidades e dimensões atualizadas automaticamente.

- É possível isolar os objetos na visão tridimensional para verificar a correta quantificação o orçamento é desenvolvido com detalhe significativo (detalhadas pelo sistema).
- É possível fornecer um entendimento de onde está a variância e a importância.
- A comparação com os dados iniciais são possíveis.
- A estrutura de custos é disponível para as partes fundamentais para avaliação das áreas onde são possíveis grandes melhorias.

A idéia de um único repositório se torna mais acessível a todos os usuários, a questão resume-se à guarda e controle sobre os dados do produto, como ele é criado e atualizado. Cada item é descrito apenas uma vez, usando qualquer ferramenta de modelagem. Mesmo que a extração automática das quantidades possa ser alcançada pela maioria dos sistemas, o problema reside com a utilização da extração de quantitativos especialmente em situações onde os orçamentistas são omitidos do processo de projeto. É inevitável que a documentação e os dados sejam cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana (MATIPA, 2008).

## **6. CONCLUSÕES**

Conclui-se que um o processo orçamentário deve ser fortemente vinculado ao planejamento e controle da produção, em todo o ciclo de vida do empreendimento num ambiente altamente dinâmico. A diferença de formato e informação entre o orçamento tradicional e o executivo está no nível de detalhamento e lógica de execução do processo. Um diferencial do orçamento executivo é que a informação é mais flexível no sentido de ser facilmente modificada na medida em que ocorrem mudanças no projeto e produção.

Com o orçamento tradicional preconiza-se os custos e quantidades totais dos serviços; isso resulta na necessidade de se fazer um novo levantamento de quantitativo cada vez que se tem um ajuste no projeto original. A falta de comunicação entre setores resulta também na realização de nova quantificação de serviço, seja por não confiar no dado do orçamento, seja por ter havido modificações de projeto sem que as mesmas fossem consideradas no cálculo de quantitativo do orçamento (ANDRADE; SOUZA, 2003). Em geral, a entrega do projeto



integrado resultará em maior intensidade com maior envolvimento da equipe de orçamento nas fases iniciais do projeto.

Conforme *A Working Definition (2007) a Integrated Project Delivery (IPD)* é uma abordagem focado em projetos que visam a integração de pessoas, sistemas, estruturas e práticas comerciais em um processo colaborativo que explora os talentos e idéias de todos participantes para reduzir o desperdício e otimizar a eficiência em todas as fases de projeto, fabricação e construção. Assim, ao se tratar da estrutura de custos, ela é desenvolvida mais cedo e em maior detalhe que um projeto convencional. O levantamento de quantitativos do projeto, quando realizados pelo BIM, permite uma rápida avaliação sobre o impacto de uma decisão do projeto no custo da obra.

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora, por meio da sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital, para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações. Como um banco de dados visual dos componentes do edifício, o BIM pode fornecer a quantificação exata e automatizada e ajudar na redução significativa da variabilidade das estimativas de custos (SABOL, 2008).

As mudanças e implantações de situações diferentes do cotidiano geram resistências e incertezas por conta dos participantes do processo. A mudança cultural deve partir das questões de formação de arquitetos e engenheiros. De maneira geral, falta aos profissionais intervenientes, nessa cadeia, uma visão holística do empreendimento e falta-lhes o entendimento de como o valor – atendimento de suas expectativas – é gerado e evolui ao longo da cadeia. Prevalece entre esses profissionais uma mentalidade contratual, caracterizada por uma contínua negociação a respeito de obrigações e responsabilidades. Isso implica em que o processo construtivo seja segmentado, aonde as soluções, ao longo da cadeia, desde as etapas iniciais, vão trocando sucessivamente de mãos, de maneira sequencial, sem mecanismos que garantam uma efetiva sinergia e interação entre os diversos projetistas e engenheiros de obra.

As empresas têm tido dificuldades de manter a cadeia produtiva eficiente e um dos motivos é a terceirização excessiva e sem padronização dos processos. Não há como garantir resultados se o fornecedor não enxergar as metas estipuladas pelo cliente e prometidas pela empresa. Isso provoca gargalos no fluxo produtivo, causando erros estruturais e retrabalhos.

## REFERÊNCIAS

**A WORKING DEFINITION VERSION 1**, AIA California. 2007.

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.

ANDRADE, A. C., SOUZA U. E. L. Diferentes abordagens quanto ao orçamento de obras habitacionais: aplicação ao caso do assentamento da alvenaria. In: **Anais...** do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído – Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

\_\_\_\_\_. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. São Carlos, SP. **Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção**. São Carlos, SP. 2003

ANDRADE, V. A. A. **Modelagem dos custos para casas de classe média**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

ARAÚJO, T. D. P. de. **Construção de edifícios I: orçamento, especificações, cronograma** – Notas de aulas. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.721: **Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios** – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

COELHO, R. S. de A. **Planejamento e controle de custos nas edificações**. São Luís: UEMA, 2006.

COELHO, R. S. **Orçamento de obras prediais**. Editora UEMA, São Luís/MA. 2001.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. Itaperuna: Hoffmann, 2006.

DIAS, P. R. V. **Preços de serviços de engenharia e arquitetura consultivo: empresas e profissionais**. 2. Ed., Rio de Janeiro: Copiare. 2003.

GELDERMAN, C. J.; WEELE, A. J. Purchasing Portfolio Models: A Critique and Update. **Journal of Supply Chain Management**, v. 41, n. 3, p. 19-29, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3. Ed., São Paulo: PINI. 1997.

KERN, Andréa Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese. Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KHOSROSHAHI, F.; KAKA, A. P. **Estimation of Project Total cost and Duration for Housing Projects in the UK**, Building and Environment, v. 31, n. 4, Pergamon. 1996.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC. 1997.

MATIPA, W. M. **Total cost management at the design stage using a building product model**. Tese (Doutorado em Philosophy Engineering). Faculty of Engineering, Department of Civil ND Environmental Engineering of National University of Ireland, Cork. 2008.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas**. São Paulo: Ed. Pini, 2006.

OTERO, J. A. **Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativas de custo na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.

PARISOTTO, J. A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

PIETER, D. D.; VAART, T. Business conditions, shared resources and integrative practices in the supply chain. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 10, n. 3, p. 107-116, 2004.

ROBSON, C. **Real world research**. Blackwel Publishing, 2002.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. IFMA World Workplace. 2008.

ZDANOWICZ, J. E. **Orçamento operacional: uma abordagem prática**. Porto Alegre: Sagra, 1984.