

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CLODOALDO XAVIER GUIMARÃES FILHO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ESTIMATIVA DE CUSTO POR
PARAMETRIZAÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS: um estudo de caso**

São Luís - MA

2018

CLODOALDO XAVIER GUIMARÃES FILHO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ESTIMATIVA DE CUSTO POR
PARAMETRIZAÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS: um estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Luciano Carneiro Reis

São Luís - MA

2018

Guimarães Filho, Clodoaldo Xavier.

Aplicação do método de estimativa de custo por parametrização em obras públicas: um estudo de caso / Clodoaldo Xavier Guimarães Filho. – São Luís, 2018.

55 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. Luciano Carneiro Reis.

1. Orçamentação. 2. Estimativa. 3. Obras públicas.
4. Parametrização. I. Título.

CDU 351.712:519.23

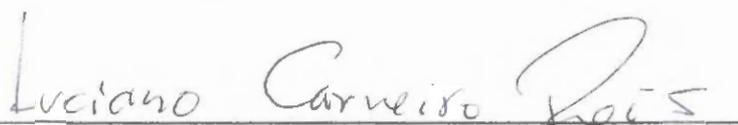
CLODOALDO XAVIER GUIMARÃES FILHO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ESTIMATIVA DE CUSTO POR
PARAMETRIZAÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS: um estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do curso de
Engenharia Civil da Universidade Estadual
do Maranhão – UEMA, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em: 04 / 12 / 2018

BANCA EXAMINADORA



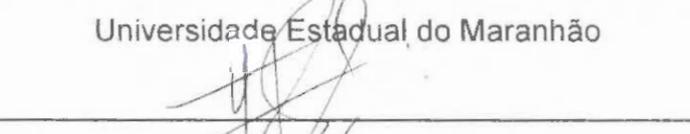
Prof. Ms. Luciano Carneiro Reis (Orientador)

Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Rodrigo de Azevedo Neves (1º examinador)

Universidade Estadual do Maranhão


Prof. Dr. Iêdo Alves de Souza (2º examinador)

Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus, Fonte de Graça que me transforma.

À Santíssima Virgem Maria, minha senhora e refúgio.

Ao meu Anjo da Guarda, pela fidelidade e livramentos que todos os dias me proporciona.

Aos meu pais e namorada, Clodoaldo Guimarães, Doralice Guimarães e Raíssa Pereira, que são minha origem e fonte de carinho, amor e dedicação.

Ao Frei Silvio de Almeida, por ser um amigo e diretor presente e detentor das palavras de Deus a mim.

À Universidade Estadual do Maranhão, em pessoa do Sr. Márcio Sena, que esteve sempre disposto a me fornecer as informações necessárias ao meu estudo de caso.

Ao Professor Gilberto Porto, que, mesmo distante, tirou minhas dúvidas com expertise e disponibilidade.

Aos meus professores ao longo do curso, em especial à Airton Petinelli, por ter me orientado em minha iniciação científica e à Luciano Reis, por ter sido meu orientador neste trabalho de conclusão de curso.

A todos os meus amigos e colegas de sala, em especial aqueles que compartilham comigo suas vidas por mais tempo: Caio, Lucas, Marcelo, Marcos e Ricardo.

A todos que durante essa jornada me fizeram acreditar que esse era um sonho possível. *Deo Gratias!*

"O Senhor me possuiu no princípio de suas vias, antes de suas obras mais antigas. Eu fui fundada desde a eternidade, desde o início, antes da origem do mundo. (...) Quando ele dispôs o céu, eu estava lá (...), quando ele colocou os fundamentos da terra, eu trabalhava junto com dele, me alegrando cada dia, e brincando sem cessar em sua presença, brincando no globo da terra, e encontrando minhas delícias entre os filhos dos homens. (...) Aquele que me procura, encontrou o caminho e obtém o favor do Senhor"

Santíssima Virgem Maria em Provérbios (8, 22-35)

RESUMO

No mercado de construção civil, o lucro do investidor depende da assertividade do custo de construção do empreendimento. Esta estimativa precisa ser cada vez mais exata e informar, durante o acompanhamento da obra, quais itens estão dentro do custo esperado. No setor público o estudo de viabilidade é responsável por definir se determinado empreendimento irá de fato nascer ou se a verba destinada àquele projeto será usada de outra forma. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a possibilidade da aplicação do método de estimativa de custos por parametrização em obras públicas mostrando suas vantagens e desvantagens através da aplicação do método em um estudo de caso de uma obra em construção na Universidade Estadual do Maranhão.

Palavras chave: Orçamentação. Estimativa. Parametrização. Obras Públicas.

ABSTRACT

In the construction market, the investor's profit depends on the assertiveness of the construction cost of the enterprise. This estimate needs to be increasingly accurate and inform, during the monitoring of the work, which items are within the expected cost. In the public sector, the feasibility study is responsible for determining whether a given enterprise will actually be born or whether the funding for that project will be used otherwise. In this context, this study aims to analyze the possibility of applying the method of cost estimating by parameterization in public works showing its advantages and disadvantages by the application of the method in a case study of a work under construction at the Universidade Estadual do Maranhão

Key words: Budgeting. Estimate. Parameterization. Public works.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impacto nos custos de mudanças feitas no empreendimento.	14
Figura 2 - Classificação de gastos.	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comentário a respeito dos métodos de estimativa de custos.	25
Quadro 2 - Informações sobre o Produto Residencial.....	32
Quadro 3 - Informações sobre o Produto Comercial.	33
Quadro 4 - Dados Primários do Estudo de Massa.	37
Quadro 5 - Principais características do estudo de caso.	45
Quadro 6 - Estudo de massa do terreno do estudo de caso	46
Quadro 7 - Dados primários e serviços do plano de contas orçados via parametrização.....	47
Quadro 8 - Comparação entre o orçamento parametrizado e o fornecido pela Universidade estadual do maranhão.....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AA	Área do Ático
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas através
AB	Área de banheiros
ACont	Área de Contenção
AGF	Área de Gradil de Fechamento do Terreno
AL/APri	Área Total Locável/Privativa
AP	Área do Pavimento
ATV	Área Construída da Torre
AT	Área do Terreno
ATerr	Área de Terrações
ATe	Área do Térreo
ASs	Área do Subsolos
CTE	Carga Total do Edifício
CU	Consumo Unitário
CUB	Custo Unitário Básico
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção
Namb	Número de Ambientes
NCj/NAp	Número de Conjuntos/Apartamentos por Andar
NEs	Número de Escadas
NP	Número de Pavimentos
NPil	Número de Pilares
NSs	Número de Subsolos
NT	Número de Torres
NUp	Número de Unidades Privativas
NV	Número de Vagas
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBan	Perímetro do Banheiro
PD	Pé Direito

PT	Perímetro do Terreno
PU	Preço Unitário do Insumo
QAPais	Quantificação da Área de Paisagismo
QAPav	Quantificação da Área de Pavimentação
QCax	Quantificação de Caixilhos
QEst	Cálculo do Número de Estacas
QILcob	Quantificação da Impermeabilização Laje de Cobertura
QL	Quantidade de luminárias
QPM	Quantificação das Portas de Madeira
QS	Quantidade de Serviço
SINDUSCON	Sindicatos das Indústrias da Construção Civil
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamento
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
VCE	Volume Concreto do Embasamento
VCTorre	Volume Concreto da Torre

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 O Estudo dos Custos de Edificações.....	17
3.2 Orçamento	19
3.3 Os Principais Métodos de Estimativa de Custos	21
3.3.1 O Método CUB – Custo Unitário Básico	21
3.3.2 O Método de Orçamentação por Módulos	23
3.3.3 Outros Métodos de Orçamentação	23
3.3.4 O Método de Estimativa de Custo por Parametrização	26
4 METODOLOGIA	32
4.1 O Processo de Parametrização: Obtenção dos Dados e Prioridades	32
4.2 O Processo de Parametrização: Obtenção de Algoritmos.....	35
4.3 Parametrização de Quantidades para os Custos Diretos.....	35
4.4. O Processo de Parametrização: Obtenção dos Custos	42
4.4.1 Orçamentação por custo unitário	42
4.4.2 Orçamentação por verba	43
4.5 A Montagem dos Algoritmos em Planilha Eletrônica	44
5 RESULTADOS E DISCUSÃO	45
6 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil varia de acordo com a economia do país. Em épocas de baixa demanda, como a atual, os orçamentos ganham importância pela necessidade de assertividade, uma vez que os recursos tendem a ser escassos. Em épocas de expansão financeira, os estudos de viabilidade ganham destaque no processo de orçamentação, pois os investidores precisam analisar qual o melhor caminho de investimento dentro das diversas oportunidades que são oferecidas.

A fim de minimizar os efeitos da crise econômica no setor da engenharia civil, o Governo Federal tomou medidas como:

- Expansão do crédito para habitação: com a implantação do Programa Minha Casa, Minha Vida e a expansão da atuação de bancos públicos o crédito imobiliário habitacional duplicou em 2009;
- Aumento do aporte de recursos para investimentos no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC);
- Flexibilização das leis trabalhistas e formas de contratação.

Com estas medidas e maior estabilidade política, o mercado da engenharia tem voltado a aquecer e assim os investidores tendem a aumentar seus aportes financeiros em 2019.

Se tratando do setor público, a ideia é parecida, porém com origens diferentes. A crise deficitária de alguns estados, por exemplo, tende a se tornar cada vez mais evidente e danosa aos investimentos dos governos estaduais, uma vez que o novo governo federal que tomará posse em 2019 sinaliza a revisão do pacto federativo e a transmissão de responsabilidades no âmbito de infraestrutura para os governos estaduais.

Mesmo com o panorama citado acima o setor público tende a aumentar o volume de obras da União, isto acontece por conta do remanejamento de gastos que vários governadores sinalizam fazer: diminuir o gasto com burocracia estatal e destinar mais verba para construção de escolas, creches, hospitais, presídios, etc.

Se o cenário de investimentos é otimista para os investidores e representantes da política, para quem almeja entrar no mercado de engenharia ou se manter nele talvez não seja bem assim. Qualquer mercado, mesmo em expansão, demanda produtos pelos quais os consumidores tenham preferência em relação a outros existentes.

Para Neto, Fensterseifer e Formoso (2003), além do preço e da qualidade, são desejos dos clientes da construção: condições de pagamento facilitadas; bom desempenho do produto; possibilidade de alterações; introdução de inovações; bom atendimento ao cliente e disponibilização de assistência técnica eficaz após a entrega.

Assim, para que o investidor tenha o lucro desejado, é necessário um orçamento assertivo desde o momento de concepção do projeto até a finalização do orçamento com o projeto executivo em mãos.

O orçamento inicial, aquele realizado dentro da fase de estudo de viabilidade, não é garantia de sucesso, uma vez que uma estimativa é uma previsão, uma aproximação, que produz informações para tomada de decisões e se apresenta como substituta para a medição real, quando esta não é viável física ou economicamente.

Uma estimativa é considerada acurada quando é suficientemente próxima ao valor real, de modo que as decisões tomadas com base nesta estimativa são similares às aquelas fundamentadas num ambiente real, se fosse possível sua caracterização (CARR, 1989).

Neste sentido, uma estimativa de custos não tem o objetivo de precisar o valor de um determinado empreendimento, e sim apresentar uma aproximação na qual o custo da obra esteja bem representado, com um grau de precisão aceitável no contexto da utilização de seus resultados.

De acordo com Kim, An e Kang (2004), os atributos de uma estimativa de custo são:

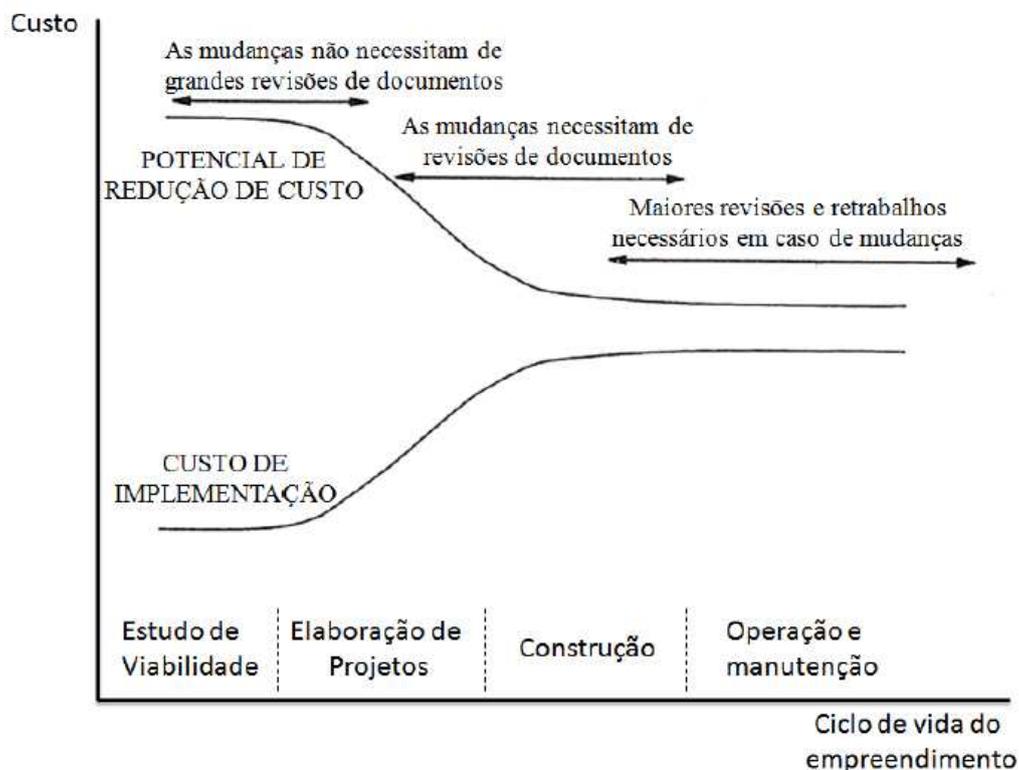
- Precisão;
- Facilidade e rapidez na elaboração da ferramenta de prognóstico;
- Oferecer o valor de custo rapidamente;
- Poder se entender o processo utilizado, para verificar quais fatores podem variar e quais suas influências no custo prognosticado;

- Poder atualizar facilmente os dados que basearam a elaboração do método.

Cada etapa do ciclo do processo de construção mantém em si diferentes tipos de decisões a serem tomadas, sendo exigidos diferentes níveis de exatidão nos resultados de estimativas utilizadas em cada uma destas etapas. Assim, o processamento de estimativas deve preocupar-se em elevar o nível de precisão alcançado somente enquanto se obtém melhoria para a decisão em análise, ou este aumento se apresentará útil a outro propósito importante (LICHTENBERG, 1985).

A Figura 1 apresentada por Flanagan e Tate (1997), ilustra este raciocínio a partir de duas curvas traçadas em relação ao ciclo de vida de um empreendimento: a primeira mostra o potencial de redução de custos, enquanto a segunda mostra quanto se deve desembolsar para fazer mudanças no empreendimento.

Figura 1 - Impacto nos custos de mudanças feitas no empreendimento.



Fonte: adaptado de Flanagan e Tate (1997).

As técnicas de estimativa utilizadas e os níveis de erros prováveis associados estão relacionados diretamente ao estágio de desenvolvimento do

projeto, o que determina a disponibilidade de informações. De modo geral, o aumento no detalhamento de dados acerca do projeto resulta em um aumento na exatidão da estimativa. Esta chega ao máximo quando há caracterização completa do empreendimento.

Realizado no momento da disponibilidade de todos os projetos e especificações tidos como definitivos para a construção do edifício, o orçamento detalhado apresenta-se como o método de estimativa no setor de construção civil com resultados de maior precisão. No entanto, orçamentos detalhados diversas vezes têm sua utilização limitada dentro do processo de construção, seja por falta de informações, especialmente nos estágios iniciais de trabalho, seja por necessidade de uma maior velocidade no estabelecimento dos resultados da estimativa.

Deve-se notar que apesar da precisão de uma estimativa de custo estar diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis sobre um determinado projeto, vê-se que diferentes tipos de informações afetam distintamente tal precisão, e nesse contexto, dados de caráter mais geral se apresentam como mais relevantes. As decisões iniciais sobre tipo, tamanho, forma e nível geral de qualidade da construção possuem uma significância muito maior na determinação do custo da obra do que aquelas decisões subsequentes detalhadas em projetos (ASHWORTH; SKITMORE, 1983).

Neste sentido, técnicas paramétricas fazem uso de informações deste tipo, normalmente disponibilizadas nas primeiras etapas do processo de construção do empreendimento. Este trabalho tem por objetivo analisar o uso de modelos paramétricos para estimativa de custos na construção de edifícios, tratando principalmente da viabilidade do uso do método em obras públicas de caracteres similares.

Visando atingir os objetivos propostos, na primeira parte deste trabalho serão expostos os principais métodos de orçamentação, analisando as vantagens e desvantagens de cada um; em sua segunda parte, este trabalho discorrerá sobre o método de estimativa de custos por parametrização e a metodologia aplicada no desenvolvimento do estudo de caso. Adiante, este trabalho irá expor os resultados obtidos no estudo de caso proposto para, finalmente, analisar os resultados encontrados e analisar a viabilidade do método de estimativa de custos por parametrização em obras públicas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a possibilidade da aplicação do método de estimativa de custos por parametrização em obras públicas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os principais métodos de estimativa de custos;
- Caracterizar o método de estimativa de custo por parametrização, suas vantagens e desvantagens;
- Aplicar o método de estimativa de custos por parametrização em uma obra da Universidade Estadual do Maranhão;
- Analisar as vantagens e desvantagens da aplicação do método de estimativa de custos por parametrização em orçamentos de obras públicas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O Estudo dos Custos de Edificações

A aplicação de um método exige conhecimento dos conceitos envolvidos, das limitações de cada situação e do processo no qual este método será inserido.

Pretende-se, neste capítulo, situar o momento em que a estimativa de custo é realizada e verificar quais são os métodos existentes, a fim de verificar os pontos fortes e fracos de cada um, obtendo subsídios para aplicar o método de estimativa de custos por parametrização em um estudo de caso.

A fim de deixar claro os conceitos usados neste trabalho, as palavras “custo” e “despesa” seguem as significações de Oliveira e Junior (2000):

- Custo é o valor dos bens e serviços que são consumidos na produção de outros bens e serviços, e que pode ser relacionado a eles; como exemplos, têm-se o custo de materiais utilizados em uma obra e salários da gerência da fábrica;
- Despesa é o valor dos bens e serviços consumidos no processo de geração de receitas e manutenção dos negócios da empresa, ou seja, são gastos ocorridos fora da fábrica, nas áreas administrativas, financeiras e comerciais; como exemplos, têm-se os impostos e aluguéis de prédios da administração.

Quando estes custos e despesas passam a operar no mercado e nas atividades relacionadas a eles, alguns outros conceitos entram na equação do valor final da edificação. Dessa forma, Oliveira e Junior (2000) apresentam ainda outros conceitos derivados dos anteriores:

- Custos fixos: custos que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independentemente do volume de produção; assim, uma alteração no volume de produção não altera o valor dos custos fixos (exemplos: salários das chefias de departamentos e setores produtivos, aluguel de máquinas produtivas etc.);

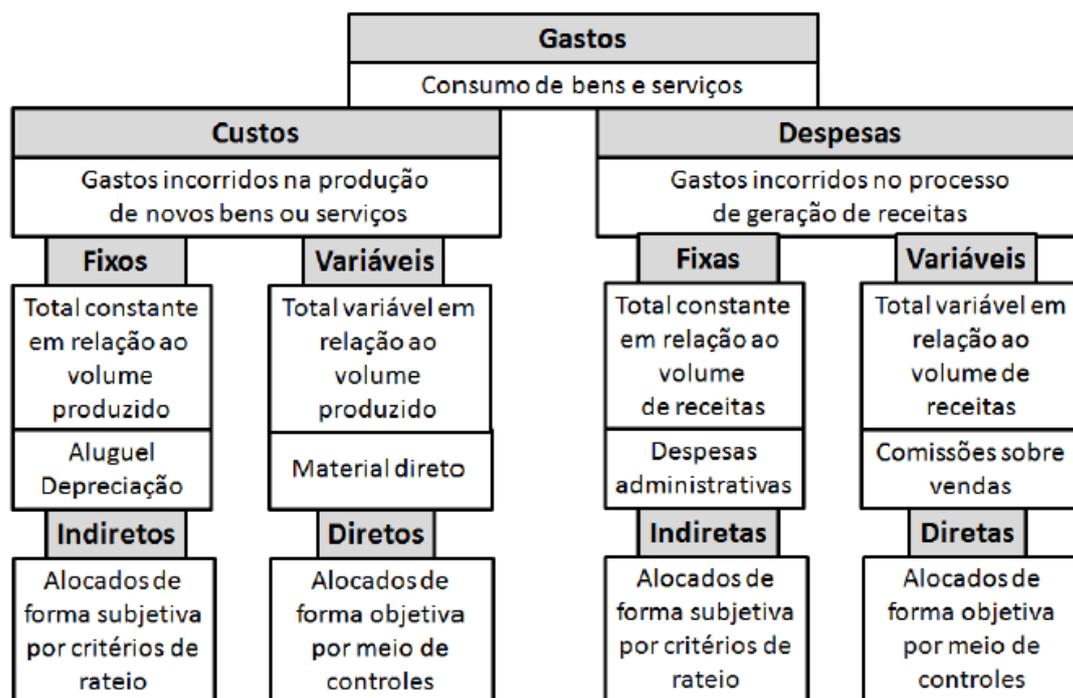
- Custos variáveis: custos que mantêm uma relação direta com o volume de produção ou serviço (exemplos: matéria-prima, mão-de-obra direta etc.);
- Despesas fixas: despesas constantes dentro de determinada faixa de atividades geradores de receitas, independentemente do volume de vendas ou de prestação de serviços (exemplos: salários dos funcionários administrativos, despesas financeiras etc.);
- Despesas variáveis: despesas que variam proporcionalmente às variações no volume de receitas (exemplos: impostos incidentes sobre o faturamento, comissões de vendedores sobre vendas etc.).

Quanto à natureza de identificação do custo, os autores classificam custos e despesas da seguinte forma:

- Custos diretos: custos que podem ser quantificados e identificados aos produtos e serviços (exemplos: materiais, mão-de-obra direta etc);
- Custos indiretos: custos que não podem ser apropriados de forma direta com os produtos ou serviços, necessitando de critério de rateio para sua alocação (exemplos: equipamentos de uso geral, alimentação e transporte da mão-de-obra, salários da equipe de planejamento e controle da produção etc.);
- Despesas diretas: despesas que podem ser quantificadas e correlacionadas em relação às receitas de vendas e de prestação de serviços;
- Despesas indiretas: despesas que não podem ser identificadas com precisão com as receitas geradas (exemplo: despesas administrativas, despesas com imposto de renda etc.).

Dessa forma, podemos esquematizar os conceitos apresentados acima, na figura 2 abaixo.

Figura 2 - Classificação de gastos.



Fonte: (OLIVEIRA; JUNIOR, 2000).

3.2 Orçamento

Segundo Sampaio (1989), orçamento é o cálculo dos custos para executar uma obra ou um empreendimento, quanto mais detalhado, mais se aproximará do custo real.

Cardoso (2009) complementa esta afirmação, dizendo que o orçamento é um documento valioso em qualquer estudo preliminar ou de viabilidade e que uma obra iniciada sem a definição do seu custo, ou sem o seu provisionamento adequado dos recursos necessários, pode resultar numa obra inacabada.

O orçamento, parte integrante dos contratos, é o documento por meio do qual o auditor acessa as mais variadas informações dos projetos de arquitetura e de engenharia, podendo ainda efetuar diversas confrontações com os documentos e relatórios de prestação de contas (CARDOSO, 2009, p. 15).

Já para Mattos (2006), mais que retratar o custo de uma obra, o orçamento possui outras aplicações:

- Informa os quantitativos de materiais e serviços, auxiliando o setor de suprimentos a planejar as compras, identificar fornecedores, estudar formas de pagamento e analisar metodologias executivas;
- Fornece índices (produtividade da mão-de-obra, de equipamentos e consumo de material), que auxiliam tanto no acompanhamento dos custos durante a execução quanto na definição de metas de desempenho das equipes de campo;
- Auxilia no dimensionamento das equipes, ao fornecer os indicadores de produtividade;
- Pode ter os valores e índices revisados, a fim de se recalcular o custo da obra no caso de mudanças;
- Permite a simulação de diferentes cenários, com utilização de outras tecnologias e materiais;
- Fornece informações para a geração de cronogramas físicos e financeiros da obra;
- Fornece informações para analisar a situação da obra ao longo dos meses.

No momento em que o orçamentista possui o Plano de Contas em mãos, este pode dividir os serviços em partes menores e assim levantar os recursos necessários à execução de cada um destes serviços. Dessa forma, o custo final do empreendimento será a somatória dos custos dos serviços que compõe o Plano de Contas.

Estes serviços tornam-se composições de custos unitários que são acessados através dos coeficientes de produtividade de mão-de-obra, do consumo de materiais e de consumo horário de equipamentos, dos valores de preço unitário de cada insumo e da quantidade de serviço.

Partindo desse princípio, em um orçamento, o custo unitário de um item ou serviço do Plano de Contas é dado pela seguinte equação:

$$Custo = QS \sum (CU \times PU)$$

Onde:

Custo = custo do serviço;

QS = quantidade de serviço;

CU = consumo unitário ou produtividade do insumo;

PU = preço unitário do insumo.

3.3 Os Principais Métodos de Estimativa de Custos

A grande maioria das empresas só elabora o orçamento analítico completo quando está com os projetos executivos em mãos, e usa o projeto básico ou o memorial descritivo para realização do estudo de viabilidade (etapa realizada a fim de julgar se determinado empreendimento é passível de execução ou não). De posse do projeto legal, as primeiras quantidades são levantadas e entregues ao empreiteiro, que levanta eventuais necessidades e orça materiais e serviços no mercado.

No que tange às instalações prediais e paisagismo, o orçamento costuma ser executado com todos os projetos concluídos. Tal cenário dificulta o estudo de viabilidade, caso feito apenas com o projeto básico, e conduz as empresas à incerteza quanto ao custo final do empreendimento.

3.3.1 O Método CUB – Custo Unitário Básico

Entre os principais métodos utilizados nos estudos de viabilidade e estudos preliminares encontramos o Custo Unitário Básico (CUB) (2007) (CUB: custo por m² de construção do projeto padrão considerado). O método originou-se em 16 de dezembro de 1964 por meio da sanção da Lei Federal nº 4.591, para organizar o mercado de construção e incorporação imobiliária do país, além de servir de base para os estudos orçamentários e de viabilidade.

Com seu uso difundido e aplicado em todo Brasil o método passou a ser usado como indexador de contratos e indicador da evolução de custos na construção civil. Atualmente, quando se deseja saber o aumento do custo de

construção de determinado empreendimento com o passar dos anos, o CUB é a primeira base de dados.

Apesar do seu uso expansivo, este método apresenta baixa acurácia se comparado com o de orçamentação por parametrização, por exemplo. Isso acontece por que o CUB não leva em consideração itens importantes como: contenção, fundação, elevadores, paisagismo, sacadas. Além disso, quando calculado, o preço por m² do CUB não leva em consideração edifícios acima de dezesseis pavimentos.

O índice é calculado pelos Sindicatos das Indústrias da Construção Civil (SINDUSCON) de cada região e é divulgado até o dia 5 do mês subsequente. A metodologia de cálculo é fornecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR 12.721 (ABNT, 2006).

Com o passar do tempo e a necessidade de novos coeficientes baseados nas múltiplas realidades do setor da construção civil, surgiram novos projetos-padrão abrangidos pelo CUB: residenciais de baixo, médio e alto padrão, edificação térrea, edificação com oito ou dezesseis pavimentos, comercial andares-livres, comercial-salas, padrão normal e alto, galpões e residência popular. Somando ao já citado, os insumos também sofreram alterações, porém, o CUB continua sendo mais eficaz como um indexador confiável da inflação setorial do que como um estimador de custo da construção civil.

Além da dificuldade de se adotar similaridade do projeto em questão com os projetos-padrão adotados no CUB, ainda é necessário orçar os itens não previstos no índice que estão listados na 'Cartilha Custo Unitário Básico (CUB/m²): Principais Aspectos' (2007).

Seja qual for o processo utilizado na estimativa de custo por m² a área utilizada no denominador é fundamental para uniformização das referências de custo obtidas. Assim surge o conceito de área construída (a mais utilizada atualmente) como aquela que é apresentada no projeto legal pela soma da área computável e não computável. O seu cálculo varia de acordo com o Código de Edificações de cada cidade e tal diferença faz com que estimativas realizadas através de métodos como o CUB possam sofrer variações de cidade para cidade.

Para amenizar tais variações, a ABNT padroniza o cálculo das áreas através da NBR 12.721 (BRASIL, 2006) para fins de utilização na estimativa de custo de construção para incorporação imobiliária. Como a área privativa é aquela que mais facilita a comparação de custos, acaba sendo a mais usada no Brasil inteiro para parametrizar os preços de venda no país.

3.3.2 O Método de Orçamentação por Módulos

Além do CUB, outros métodos são apresentados nas bibliografias pesquisadas: orçamento por módulos (ASSUMPÇÃO; FUGAZZA, 2000); orçamento paramétrico – planos horizontais e verticais (MASCARÓ, 1998); orçamentos que utilizam o CUB por m²; por área x similaridade de empreendimentos, etc.

O processo de orçamentação por módulos trabalha com base na padronização entre empreendimentos. Assim, este método é amplamente utilizado por construtoras que trabalham na construção de edificações parecidas umas às outras: condomínios de casas, edificações multi-familiares, shoppings, etc. Além de usar o próprio banco de dados para simular o preço de um futuro empreendimento, as construtoras que usam dessas ferramentas conseguem parametrizar atividades difíceis de serem estimadas por quem não está diretamente ligado à construção de edificações em escala de produção: banheiros, cozinhas, áreas de serviço, áreas comuns, paisagismo e instalações.

Por outro lado, a orçamentação por módulo sofre quando o assunto é orçar novos empreendimentos. Como já explicado, a metodologia é bastante difundida em empresas que realizam obras de mesmo porte. Assim, o método demanda um banco de dados que, em obras singulares, não consegue abarcar todas as suas peculiaridades.

3.3.3 Outros Métodos de Orçamentação

Ao ler as publicações de Losso (1995), Assumpção e Fugazza (2000) e Ávila et al. (2003), vemos que os autores tentaram desenvolver novas metodologias que partiriam do Memorial Descritivo. Porém tais metodologias não se popularizaram por conta da impossibilidade de as mesmas simularem

características geométricas, alterações de especificações, acabamentos, projetos complementaras e afins.

Tais metodologias se fundaram na tentativa de parametrizar dados relacionados à planta do edifício, algo parecido com o que faz o setor econômico quando analisa a inflação da construção civil. Porém, a nível de construtibilidade, existem parâmetros importantes que necessitam vir à tona: a relação entre área privativa e área construída, o número de pavimentos, o processo construtivo (vide a metodologia *Lean Construction*), o número de vagas exigido para o empreendimento, a área do terreno e as características e especificação da fachada.

Além dos pontos mencionados, um fator crucial foge do escopo das metodologias propostas pelos autores: como cada incógnita de parametrização se relaciona com o prazo de construção final da edificação. Podemos destacar o processo construtivo, um dos pontos não abordados pelos autores, como aquele que mais tem a ver com o prazo final.

Outro fator que aumenta o impacto da não consideração do método construtivo ao criar um método de orçamentação, é a visão arquitetônica do terreno e as possibilidades de manipulação da forma geométrica da edificação. Como em grande parte das vezes o terreno é quem determina a forma do empreendimento, o arquiteto não consegue usar formas pré-definidas e a empresa responsável pela construção é forçada a ter uma nova logística de suprimentos e mão-de-obra. Assim, também cabe ao arquiteto entregar à empresa um desenho geométrico exequível financeiramente.

Segundo Librelotto, Ferroli e Rados (1998), podemos separar os orçamentos usados na construção civil da seguinte forma: o orçamento convencional, o operacional e o paramétrico.

O orçamento convencional é o mais difundido no mercado da construção civil. Ele consiste em dividir o processo construtivo em serviços. Assim, podemos listar: fundação, superestrutura, pintura, acabamento, esquadrias, etc. Ao final da divisão, cada serviço é quantificado separadamente e multiplicado pelos seus determinados preços unitários. A somatória de todos os serviços originados da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) será o orçamento final da obra. A necessidade da elaboração de todos os projetos (executivo e

complementares) para realização do levantamento de quantidades é o maior ponto fraco desta metodologia.

Tais preços unitários são consultados em bancos de dados próprios (no caso das grandes construtoras) ou em bancos de dados disponíveis ao público em geral. Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO) (2017), da Editora PINI, é um exemplo de banco de dados aberto usada por diversas construtoras.

Ashworth (2010) apresenta vários métodos de estimativa preliminar de custo, conforme se pode verificar no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Comentário a respeito dos métodos de estimativa de custos.

MÉTODO	COMENTÁRIO
Conferência entre profissionais	Baseado em consenso (não existe quantificação de espécie alguma).
Financeiro	Usado para determinar o limite de custo ou o custo do edifício no orçamento do projeto.
Unidade	Por leito (hospitais), por aluno (escolas), por vaga (estacionamento), etc.
Superfície	Por área, amplamente utilizado, pois é o mais facilmente aceito e entendido pelo setor.
Perímetro da superfície	Faz relação entre a área da superfície e seu perímetro (nunca utilizado).
Cubo	Pelo volume da edificação (foi muito popular entre os arquitetos, mas em desuso). Não atende as especificidades de cada projeto.
Andares fechados	Não utilizado, pois tem as mesmas deficiências do cubo.
Quantidades aproximadas	Apenas os itens de maior importância de custo são objeto de quantificação. Necessita estágio mais avançado de projeto.
Estimativa elementar	Utiliza histórico de outras construções para dar limites de custo. Mais utilizado para o setor público
Análise de contratos passados	Mais utilizado por construtoras para fornecer preço de construções novas (pode ser considerada como parametrização das contratações).
Engenharia de custos	Mais utilizado em indústrias petroquímicas.
Modelos de custos	Ainda em desenvolvimento.

Fonte: Ashworth (2010).

Os métodos citados no quadro 1 têm sua validade comprovada e testada quando é necessária estimativa de custos sem projetos iniciais, ou seja, apenas com o memorial descritivo. Portanto, servem para estudos preliminares e de viabilidade, mas falham na tentativa de chegar ao valor final do empreendimento com precisão. É objetivo deste trabalho, portanto, analisar como o método de estimativa de custos por parametrização se comporta quando

aplicado a uma obra pública mesmo sabendo que os preços unitários para licitações devem ser aqueles garantidos pelo Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil (SINAPI), ou, em casos nos quais o SINAPI não listar a composição desejada, montados pelo órgão que conduz o processo licitatório.

3.3.4 O Método de Estimativa de Custo por Parametrização

Conforme mostrado no Item 3.2, os métodos de estimativa de custo comumente empregados na construção civil (tanto na fase de viabilidade quanto no acompanhamento do custo ao longo do desenvolvimento do projeto) não se mostram eficazes em diversos itens listados nas EAPs.

Em “*Investigating a new integrated cost management system within Lean Project Delivery System*” Theodorakopoulos, Pasquire e Fitsilis (2009) explicam que esta falha dos métodos tradicionais ocorre por que os mesmos se concentram em seguir padrões estabelecidos (vide a padronização do CUB), e esquecem os fundamentos básicos do orçamento de obras: cada construção tem a sua peculiaridade e necessita de projetos aceitáveis para certeza do melhor orçamento possível. Assim, a partir de agora este trabalho tratará do método de orçamentação por parametrização e analisará como esta metodologia soluciona os problemas apresentados nos processos comuns.

Para esclarecimento do método será apresentado seu conceito, a disposição e significado do plano de contas, sua sistemática, exemplos de fórmulas de parametrização e, logo depois, sua aplicação no estudo de caso objetivado por este trabalho.

3.3.3.1 Conceito de Parametrização

Parametrizar é criar mecanismos de aproximação de quantidades, serviços e preços do plano de contas de uma edificação. Convencionalmente os parâmetros são criados a partir de banco de dados, experiência de autores ou institutos dedicados ao tema, porém, sua aplicação se dá no estudo de viabilidade.

Segundo Otero (2004), modelos paramétricos de custo são ferramentas adequadas no suporte de processos de decisões ligados a

estratégias para apresentação de preços e propostas de licitações (objetivo do estudo de caso), balizamento de custos para adoção de novas soluções de projeto ou processos tecnológicos de produção, na verificação de orçamentos detalhados e no controle ao longo da obra no que tange aos custos de produção.

Segundo Leo (2002), a parametrização tende a depender do custo histórico de empreendimentos similares, o que hoje é chamado de *benchmarking*. Ainda segundo o autor, isso acontece pela falta de projetos detalhados no início de qualquer empreendimento. Seja por questão cultural ou falta de capital, quem quer construir uma edificação, mas ainda está na fase de tomada de decisão, costuma não gastar recursos com pré-projetos e mesmo assim exige um orçamento inicial com boa acurácia.

Assim, nestes casos, a metodologia usada pelo mercado passa a ser a parametrização por fontes históricas. Tais parâmetros são baseados em três itens:

- O potencial construtivo do terreno (segundo o código de edificações/zonamento do município);
- O tipo de empreendimento que o licitante deseja construir (corporativo, salas comerciais ou residencial de determinado padrão);
- A localização do terreno.

3.3.3.2 Estudo de Massa e Criação de Parâmetros

O estudo de massa, que pode ser caracterizado como um resumo do potencial construtivo do terreno, é pautado por dois dos três pontos supracitados: o potencial construtivo do terreno e o tipo de empreendimento desejado. O primeiro, ao ser analisado, indicará quais características a legislação municipal impõe, quais ela proíbe e quais ficará a critério do incorporador; o segundo, que nasce pautado no primeiro, definirá o método construtivo e detalhes arquitetônicos.

O método de estimativa de custos por parametrização atende os mais diversos tipos de edificação, porém, como certos parâmetros variam muito de acordo com a obra em questão, são usados coeficientes de ponderação nas fórmulas paramétricas. Tais coeficientes são tabelados e classificados de acordo com o tipo de edificação.

Tanto para gerar as fórmulas paramétricas quanto para gerar os coeficientes de ponderação é necessário um profissional que tenha amplo conhecimento de projetos, execução e orçamentação de todos os serviços listados na EAP, ou seja, conhecimento amplo sobre a obra como um todo. Este profissional usa, além do seu conhecimento empírico, banco de dados de construções passadas (a regressão é amplamente usada aqui).

Ashworth (2010) aborda em *Accuracy in Estimating, occasional paper* que o profissional deve analisar os parâmetros obtidos não apenas de forma sistemática e aritmética, mas usar sua experiência para julgar subjetivamente seus resultados.

Como o próprio nome sugere, as fórmulas de parametrização não entregam resultados exatos e sim um número que, dependendo do grau de dificuldade de execução do empreendimento, se assemelha ao encontrado após o levantamento de quantidades do projeto executivo. Assim, mesmo não entregando certeza, os resultados visam um norte que possa garantir um bom estudo de viabilidade e manter o acompanhamento do projeto à medida que o empreendimento vai sendo construído. Essas informações servirão para formar novos bancos de dados, reajustar orçamentos iniciais e entregar relatórios aos investidores que compraram o estudo de viabilidade.

Este processo de acompanhamento de custos, iniciado com os números fornecidos pelo estudo de viabilidade, só terminará com a obra concluída passando por todas as etapas e processos envolvidos no gerenciamento de obras. Tais etapas, segundo o *Royal Institute of British Architects* (2008), são:

- Fase de preparação: nesta fase ocorre a identificação das necessidades do cliente, preparação do estudo de viabilidade e desenvolvimento de um esboço do projeto que contemple os requisitos chave do cliente (*design brief*);
- Fase de elaboração de projetos: esta fase inicia com a finalização da concepção do produto, incluindo propostas preliminares de estrutura e sistemas prediais, e definição do custo; com a concepção elaborada, passa-se para a elaboração final dos projetos executivos;

- Fase pré-obra: nesta fase é feita a preparação de toda a documentação do empreendimento e pedidos das aprovações legais;
- Fase de construção: emissão de informações adicionais ao contratante, revisão de projetos, auxílio no gerenciamento do contrato para a conclusão prática da obra (*Practical Completion*);
- Fase de uso: após a conclusão prática da obra (*Practical Completion*), auxiliar as inspeções finais, dar assistência ao usuário durante a ocupação e fazer possíveis revisões de projeto durante o uso.

É importante ressaltar que a parametrização, além de permitir uma estimativa com maior confiabilidade dos custos possíveis de serem atingidos na fase de construção, permite também simulações de alternativas, apoiando as decisões das soluções arquitetônicas e de engenharia, de forma a se manter, durante todo o processo de projeto, as premissas adotadas.

O acompanhamento de informações que chegam durante a execução do projeto e a comparação com os parâmetros adotados nos estudos preliminares são os pontos principais do método de orçamentação por parametrização. Assim, pode-se comparar o orçado com o gasto de andamento dos serviços e, em caso de desvios, é possível adotar medidas corretivas. Esses desvios podem ocorrer, entre os mais diversos fatores, por conta de erros na formação dos parâmetros base ou por erros de soluções de projeto.

Outra grande vantagem de ter um empreendimento parametrizado é a liberdade de contratar serviços desde as fases iniciais do projeto (GRANSBERG, et al. 2002). As contratações antecipadas tendem a entregar mais organização, planejamento e diminuição de custos às empresas; os projetistas ganham liberdade para desenvolver soluções e a construtora ganha um referencial no qual ela pode se balizar ao longo de toda a obra sem provocar surpresas no futuro.

Para obter sucesso com o uso deste método são necessários algoritmos que reflitam a realidade do empreendimento, ou seja, devem exprimir quantidades e custos factíveis. Portanto, o que garante se um parâmetro foi feito com qualidade ou não é o seu grau de acurácia (que só pode ser verificado com o andamento do serviço).

O primeiro passo de uma orçamentação por parametrização é o desenvolvimento do Plano de Contas. Este é, em termos gerais, uma EAP de serviços, na qual serão listados todos os serviços que serão necessários para desenvolvimento do projeto.

3.3.3.3 O Plano de Contas

Goldman (2004) define a organização como o primeiro passo para um bom planejamento e controle de obras e o Plano de Contas como a subdivisão de todos os sistemas de construção. Assim, o Plano de Contas funciona como um mediador entre orçamento, planejamento e controle. Sua estrutura é de simples entendimento e reflete a forma pela qual a construtora define seu processo de contratação. Vale destacar que, quando analisado de forma a planejar a obra, o Plano de Contas se transforma na EAP, pois, mantendo a descrição dos serviços, são inseridas na planilha as datas de começo e término de cada atividade e retiradas as informações relativas ao preço de cada item listado.

As empresas de construção costumam padronizar seu Plano de Contas para facilitar o processo de orçamentação e cadastro em eventuais bancos de dados. Com esta medida é possível comparar custos (com parâmetros gerados), uniformizar documentos e evitar possíveis imprevistos.

Além disso, um bom Plano de Contas serve como *checklist* de todos os serviços que devem ser precificados e contratados, o que ajuda a orçamentação e negociação de serviços e preços.

O Plano de Contas deve ser o mesmo desde a primeira estimativa de custo ao término da construção. Isso garante a rastreabilidade do processo de decisão e aporte ao acompanhamento de gastos.

Na medida que os primeiros quantitativos são calculados, ou seja, em posse do projeto executivo, as empresas começam a substituir as quantidades parametrizadas do orçamento inicial pelas quantidades reais. Essa ação facilita as novas ações orçamentárias e fornece aos investidores ou donos o grau de assertividade do estudo de viabilidade.

Dessa forma, o Plano de Contas contribui para que a empresa tenha um mapa de comparação em mãos entre aquilo que foi estipulado por

parametrização e seus valores reais. Com a uniformização do Plano de Contas dentro de todos os setores, as empresas criam interfaces entre os departamentos e facilitam a comunicação e automatização dos processos.

Extrapolando os limites de apenas um empreendimento, o Plano de Contas muitas vezes é generalizado para várias edificações. Para tal, pequenas alterações são feitas, como por exemplo: em uma obra de reforma de uma residência não é necessário o grupo “fundações” como seria em uma obra comum de construção da mesma residência a partir do terreno natural. Porém, outros grupos como “reboco”, “pintura”, “acabamento”, etc., estarão presentes dentro do Plano de Contas dos dois casos usados no exemplo.

A estruturação do Plano de Contas tende a variar de acordo com sua função ou para quem este é apresentado. Em empresas que compram serviços completos, como alvenaria, estrutura de concreto armado, instalações, etc., o plano é apresentado em níveis menos detalhados, visto que as sub-contratadas tenderão a desenvolver sua própria organização.

Em empresas que compram unidades ou componentes, como blocos de alvenaria estrutural, sacos de argamassa, mão-de-obra etc., o plano é apresentado em níveis mais detalhados, visto que estes itens já são as menores unidades de organização.

Relembrando a vantagem do Plano de Contas ser maleável e correlato a todos os setores de uma empresa, sua apresentação varia conforme estes setores variam também. Portanto, ao ser apresentado em uma reunião executiva de conselho, este tende mais uma vez a ser compacto e menos detalhado. Já em uma reunião do setor de engenharia/execução, este tende a ser extenso e detalhado

Por todo o exposto acima, o Plano de Contas é a primeira etapa da implantação de um orçamento parametrizado, e sua correta definição propicia o uso eficiente do orçamento em todas as etapas do processo de projeto.

4 METODOLOGIA

4.1 O Processo de Parametrização: Obtenção dos Dados e Prioridades

Inúmeras são as informações necessárias para um construtor dar início a qualquer empreendimento. Da mesma forma, para iniciar a estimativa de custos são necessárias informações-chave. Para melhor organizar todas elas, é sugerido preenchimento de um questionário, conforme mostrado nos quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Informações sobre o Produto Residencial.

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO - RESIDENCIAL	
programa do apartamento (ambientes):	
número dormitórios	
número de banheiros	
número de salas	
outros ambientes	
tipo de caixilho (veneziana/persiana)	
padrão de acabamentos	
tipo de fachada	
área de lazer:	
piscina coberta	
salões de festa	
salões de jogos	
tipo de paisagismo	
escopo de fornecimento:	
churrasqueira	
ar condicionado	
aquecedor individual	
expectativa de prazo de construção/faseamento	

Fonte: Autor (2018).

Quadro 3 - Informações sobre o Produto Comercial.

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO - COMERCIAL	
programa do andar (ambientes/escopo):	
número de conjuntos por andar	
tipo de sistema de ar condicionado	
composição da fachada	
padrão de acabamentos dos banheiros	
padrão de acabamentos dos hall andares	
padrão de acabamentos do lobby	
tipo de paisagismo	
escopo de fornecimento:	
piso elevado	
luminárias dos escritórios	
forro acústico	
máquinas de ar condicionado	
LEED	
NFPA	
fornecimento de <i>back up</i> de energia	
expectativa de prazo de construção/faseamento	

Fonte: Autor (2018).

Essas informações, somadas àquelas provenientes do estudo de massa, possibilitam o início do orçamento parametrizado.

Aqui, vale ressaltar, o conceito de curva ABC. Segundo definição de Mattos (2006), é a ordenação dos insumos em ordem decrescente dos seus respectivos custos, do mais representativo ao menos representativo. Ainda segundo o autor, a curva A é composta dos itens que acumulam 50% do custo total. A curva B é composta de mais 30%, totalizando 80% dos custos, e finalmente a curva C é composta dos 20% finais, completando os 100% do custo da obra.

Para edifícios residenciais, os serviços são quase sempre os citados a seguir (MATTOS, 2006):

Curva A:

- estrutura;
- instalações elétricas e hidráulicas;
- vedações internas e externas;
- caixilhos.

Curva B:

- elevadores;
- revestimentos de fachada;
- revestimentos internos de parede e pisos;
- fundação;
- contenção;
- impermeabilização.

Para os edifícios comerciais, os serviços são geralmente:

Curva A:

- estrutura;
- ar condicionado (inclusive pressurização e exaustão);
- instalações elétricas (inclusive luminárias);
- revestimentos de fachada (todos os revestimentos, inclusive alumínio e vidro).

Curva B:

- hidráulicas (incluindo sprinkler);
- elevadores;
- revestimentos de piso (bruto, cerâmicas e piso elevado);
- forro e painéis (inclusive forro acústico);
- fundação e blocos;
- contenção (inclusive tirantes);
- escavação mecânica.

Assim, usando o conceito de curva ABC citado acima e, considerando que a parametrização deva ser feita em todos os itens do orçamento, é possível um Plano de Contas de estimativa ser realizado com apenas 20% do total de serviços reais de uma construção (as curvas A e B), pois, estes 20% representarão 80% do valor final.

4.2 O Processo de Parametrização: Obtenção de Algoritmos

Os parâmetros são classificados em dois tipos: os de quantidades de serviços e os de custos unitários relacionados a estes serviços. Os quantitativos serão obtidos através de bibliografias específicas, consulta no mercado, conhecimentos do autor e histórico de construções e contratações. Por outro lado, os quantitativos de custo serão obtidos pelo SINAPI. Assim, serão adotados os valores presentes na planilha orçamentária fornecida pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para as empresas que concorreram no processo licitatório.

Como não existe uniformidade de critérios para estruturas de custos, neste trabalho será adotado o seguinte critério:

$$\text{Custo Total} = \text{Custos Diretos} + \text{Custos Indiretos}$$

Onde:

Custos Diretos = Σ quantidades x custo unitário (itens agregados à obra);

Custos Indiretos = Despesas Indiretas + Contingência + Taxa de Administração;

Despesas Indiretas = Σ quantidades x custo unitário (itens não agregados à obra).

NOTA: pelo estudo de caso se tratar de uma obra pública, o percentual de custos indiretos adotado será o mesmo calculado pela UEMA.

4.3 Parametrização de Quantidades para os Custos Diretos

O método de estimativa de quantidades por parametrização é dividido em três partes. A primeira é o levantamento de dados primários. Estes são os mais importantes por que caracterizam o empreendimento e podem ser levantados apenas com a realização de um Estudo de massa, ou seja, sem a elaboração de projetos.

- Estudo de Massa:
 - localização do terreno;
 - área do terreno;
 - número de torres;
 - número de pavimentos;
 - área do pavimento;
 - área do térreo;
 - área do ático;
 - área dos subsolos;
 - número de subsolos;
 - número de vagas de garagem;
 - número de apartamentos ou de conjuntos comerciais por andar;
 - pé direito (para definição de área de fachada, entre outros);
 - número de escadas (no caso de exigência de normas internacionais de seguro);
 - limite de altura.

- Especificação do produto:
 - programa do apartamento (número de dormitórios, de suíte, banheiros, etc.);
 - tipo de caixilhos (veneziana, persiana, gradil);
 - padrão de acabamento das áreas privativas (revestimentos de piso e paredes dos ambientes);
 - fornecimentos especiais – para residenciais (churrasqueira, lareira, aquecedor);
 - fornecimentos especiais – para edifícios comerciais (piso elevado, ar condicionado);
 - programa da área de lazer (piscina coberta, salas jogos, festas, ginástica, cozinha gourmet);
 - padrão de acabamentos do lobby e hall de elevadores e banheiros do core - para edifícios comerciais;
 - tipo de fachada – tanto para residencial como comercial.

Após o levantamento dos dados primários, os secundários são obtidos através de combinações dos primeiros, ou seja, constituem o primeiro nível de estimativa obtido no processo de parametrização. Como exemplo podemos citar o número de janelas (dados secundários) que é obtido através do número de cômodos com janelas (dados primários).

Dando prosseguimento à metodologia, os dados terciários são calculados através de combinações entre os dados primários e os secundários. Como exemplo podemos citar a área de pintura, que nada mais é que a multiplicação do perímetro de cada compartimento (dado secundário) com sua altura definida pela estimativa do pé direito (dado primário).

Para melhor compreensão dos parâmetros e suas respectivas fórmulas, os dados primários serão nomeados de acordo com o quadro 4 abaixo:

Quadro 4 - Dados Primários do Estudo de Massa.

DADOS PRIMÁRIOS - ESTUDO DE MASSA	
Localização do terreno	
Área do terreno	AT
N. torres	NT
N. pavimentos	NP
Área do pavimento	AP
Área de terraços	ATerr
Área do térreo	ATe
Área do ático	AA
Área do subsolos	ASs
N. subsolos	NSs
N. vagas	NV
N. conjuntos/aptos por andar	NCj/NAp
N. total de conjuntos/apartamentos	NUp
Pé direito	PD
N. escadas	NEs
Área total locável/privativa	AL/APri

Fonte: Autor (2018).

Com base nestes dados primários é possível definir todos os quantitativos da edificação. Junto deles, os coeficientes de consumos nas devidas unidades dos serviços formarão o Plano de Contas e fornecerão todas as informações necessárias para o processo de orçamentação.

Conforme citado anteriormente, os quantitativos são obtidos por meio de algoritmos. Estes são válidos para as mais diversas obras e cenários, porém,

outros algoritmos podem ser definidos com bases empíricas, ou seja, estimativas realizadas através da vivência do orçamentista.

Eventuais diferenças discrepantes entre orçado x realizado podem surgir por conta da especificidade da obra. Para evitar tal problema é necessário um acompanhamento em tempo real do andamento dos quantitativos. As estimativas por parametrização não oferecem 100% de acurácia, porém, quando analisados em conjunto, com suas altas e baixas, vemos que um item supre a falta ou déficit do outro.

Para melhor esclarecer o que são os algoritmos e como são trabalhados, seguem alguns exemplos de quantificação por parametrização de diversos serviços do Plano de Contas.

Perímetro do Terreno (PT): O PT é a somatória dos lados do desenho geográfico obtido pelas fronteiras deste com outras edificações ou áreas particulares. Ele é utilizado para estimar a área de tapume, muros e gradis de fechamento.

$$Pt = \sqrt{At * 4 * \text{coeficiente de irregularidade}}$$

O coeficiente de irregularidade do terreno é conhecido através de fotografia, visita ao local ou *web site*. Costuma-se adotar 1,3.

Com o perímetro do terreno em mãos podemos obter:

Área de gradil de fechamento do terreno (AGF):

$$AGF = PT * h \text{ gradil de fechamento} * 0,5$$

O valor 0,5 corresponde à consideração de 50% do terreno fechado em gradil.

Área de Contenção (ACont): É obtida através da combinação de dados primários, e é utilizada para estimar o volume de concreto, a quantidade de aço e a mão de obra de lançamento de concreto da contenção.

$$Acont = PS * (PD * NS + 3)$$

Para o cálculo do número de estacas (QEst) precisamos primeiro da carga total do edifício, a qual vai ser calculada pelo algoritmo abaixo:

$$\begin{aligned} & \text{Carga total do edifício - em toneladas (CTE)} \\ & = \text{área construída da torre (ATC) x coeficiente} \\ & \text{(dependendo do número de lajes - de 1,2 a 1,4 ton/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de pilares (NPil)} & = AP / 12,5 \text{ m}^2 \text{ por pilar} \\ & \text{(para edifícios residenciais)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de pilares (NPil)} & = AP / 30 \text{ m}^2 \text{ por pilar} \\ & \text{(para edifícios comerciais)} \end{aligned}$$

$$\text{Carga em cada pilar - em toneladas} = CTE / NPil$$

Com a carga em cada pilar, define-se a quantidade de estacas. A profundidade provável das fundações pode ser avaliada de acordo com o histórico de edificações do local ou, para maior acurácia, avaliada após estudo do solo.

Volume concreto da torre (VCTorre):

$$VCTorre = AP \times NP \times \text{coeficiente histórico de edifícios similares}$$

Volume concreto do embasamento (VCE):

$$VCE = ASs \times NS \times \text{coeficiente histórico de edifícios similares}$$

O coeficiente histórico, nestes casos, leva em conta a dimensão das lajes e dos vãos e varia entre 0,28 e 0,32 m/m² para edifícios comerciais, e entre 0,23 e 0,27 m/m² para residências. Para edifícios que não se entram em numa dessas classificações cabe ao estimador analisar e ponderar qual será o valor usado.

A quantidade de aço será o resultado da multiplicação da quantidade de concreto pela taxa de aço histórica do banco de dados do estimador. A quantidade de aço varia normalmente entre 90 e 100 kg/m³. O conhecimento técnico do estimador propiciará a avaliação até mesmo da quantidade de aço pretendido a ser empregado na construção.

Quantidade de luminárias (QL):

$$QL = AL \text{ (área locável)} \times 0,90 / 5$$

O coeficiente 0,90 refere-se à redução da área locável para obtenção da área útil, e o denominador refere-se a 5 m² para cada luminária – coeficientes conseguidos através de levantamentos de projetos executivos já desenvolvidos.

Dimensões dos banheiros – para edifícios comerciais: Será utilizada para quantificar os revestimentos de piso e parede, o forro de gesso, etc.

$$\text{Área de banheiros (AB)} = QBS \times 3,7$$

O coeficiente 3,7 refere-se a um dado histórico levantado através de projetos já executados de 3,7 m² de área de sanitários para cada bacia, incluindo área de circulação e de lavatórios.

De posse da AB, calcula-se o perímetro referente a essa área:

$$\text{Perímetro do banheiro (PBan)} = \sqrt{AB} \times 4$$

Para obtenção das dimensões do banheiro, sugere-se a relação: comprimento = 1,5 largura.

Quantificação das portas de madeira (QPM): É utilizada para quantificar também as ferragens, a pintura das portas, etc.

$$Q_{pm} = N_{amb} * N_{up}$$

Onde:

N_{amb} = número de ambientes;

N_{up} = Número de unidades privativas.

Quantificação de caixilhos (QCax):

$$QCax = N_{Amb} \text{ (número de ambientes) } \times \text{ dimensões usuais dos caixilhos}$$

Com as dimensões dos caixilhos podemos obter as quantidades de peitoris e soleiras.

As demais quantificações são extraídas de números já calculados, como por exemplo, impermeabilização de banheiros, cozinhas, áreas de serviço e terraços.

Para a quantificação das áreas comuns do edifício, os algoritmos podem ser definidos conforme os apresentados a seguir:

Quantificação da área de paisagismo (QAPais):

$$QAPais = (AT - ATe) / 2$$

(considerando que apenas 50% da área será plantada)

Quantificação da área de pavimentação (QAPav):

$$QAPav = (AT - ATe) / 2$$

(considerando que apenas 50% da área será pavimentada)

Quantificação da impermeabilização laje de cobertura (QILcob):

$$QILcob = AP \times 1,4$$

O coeficiente 1,4 refere-se ao acréscimo de área para compensar as áreas de “virada”, rodapés e ralos.

Para todos os serviços que utilizam coeficiente, o estimador deverá ajustá-lo ao que melhor representar o edifício em questão, sempre com foco no produto pretendido pelo incorporador, constituindo-se também como uma primeira referência para o desenvolvimento do projeto.

4.4. O Processo de Parametrização: Obtenção dos Custos

A parametrização dos custos é realizada de acordo com a natureza dos mesmos e estas estão diretamente ligadas ao tipo de serviço que está sendo orçado.

De forma mais clara, itens do Plano de Contas facilmente quantificáveis como supraestrutura, por exemplo, costumam ser orçados via custo unitário; aqueles com centenas de itens envolvidos e de difícil previsão de demanda, como instalações elétricas, costumam ser orçados por verba.

Este trabalho, em seu estudo de caso, utilizou-se de ambas metodologias para chegar no objetivo de orçar uma obra da UEMA.

4.4.1 Orçamentação por custo unitário

A orçamentação por custo unitário é a mais utilizada e amplamente difundida nas empresas de engenharia civil. Esta consiste em encontrar as quantidades de serviços ou produtos demandados e multiplicá-las pelos seus preços unitários. Ou seja: se em determinado empreendimento serão necessários 100 metros cúbicos de concreto para concretar um painel de lajes, basta saber o preço unitário do metro cúbico de concreto para encontrar o preço do material total.

Extrapolando o valor unitário dos materiais temos o valor unitário de cada serviço: assim como no exemplo anterior, é sabido que um item do plano de contas não é composto apenas pela demanda de material. Ou seja, para concretar os 100 metros cúbicos de lajes existirão outros gastos: materiais diversos, mão-de-obra, aluguel de equipamentos, etc. Portanto, se faz necessário ser aplicado o custo unitário da composição em prol do custo unitário do material.

Sabendo disso, todos os itens do Plano de Contas que se caracterizam como serviços e foram quantificados via parametrização direta (ver Quadro 7) foram orçados por custo unitário da composição do serviço.

Para facilitar a comparação que este trabalho se propõe a fazer em sua Conclusão, os custos unitários foram retirados da planilha do SINAPI de janeiro de 2017 assim como o orçamento real fornecido pela UEMA.

4.4.2 Orçamentação por verba

A orçamentação por verba é amplamente usada em estudos de viabilidade e tem como seu principal representante o já mencionado CUB. Sua grande aceitabilidade no mercado se deve a necessidade de poucas informações sobre o objeto a ser construído.

Normalmente, apenas com um memorial descritivo básico contendo área construída desejada, expectativa do número de compartimentos e habitantes, é possível buscar valores de verba por metro quadrado de área construída que se adequem ao empreendimento desejado.

Este trabalho, em seu estudo de caso, usou a orçamentação por verba em todos os itens nos quais a orçamentação por preço unitário não foi viável, seja pela dificuldade em parametrizar quantidades de serviços com centenas de itens, seja por não ter, na literatura pesquisada, fórmulas paramétricas de grande aceitação.

Os valores de verba por metro quadrado para os itens do Plano de Contas foram retirados dos Anexos do Parecer Técnico nº 24 de 2018 do Tribunal Regional do Trabalho da 3ª Região/Belo Horizonte nas pessoas da Desembargadora Presidente Maria Laura Franco Lima de Faria e do Diretor-Geral Ricardo Oliveira Marques; do valor médio da verba por metro quadrado dos mesmos serviços orçados em outras de mesmo padrão da UEMA.

Para facilitar a comparação que este estudo visa fazer entre o orçamento real e o realizado por parametrização, foram usados os valores de verba com base no SINAPI de setembro de 2014 encontrados no Parecer Técnico supracitado e estes foram reajustados pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) do período.

4.5 A Montagem dos Algoritmos em Planilha Eletrônica

Cada orçamento parametrizado é elaborado via planilha eletrônica. Esta facilita a inserção e mudanças de dados, parâmetros e coeficientes em análise. Em cada célula é configurada uma fórmula paramétrica relacionada aos dados primários (estudo de massa), secundários e terciários.

Com os serviços quantificados em mãos é possível montar uma planilha padrão de referência baseada na unicidade de cada obra. Para transformar as quantidades previamente calculadas em custo final é necessária a multiplicação destas pelo custo unitário respectivo ao serviço quantificado.

Com uma planilha bem construída em mãos (dados primários e coeficientes estudados e de fácil modificação) se torna mais fácil a operação e uso da mesma nos orçamentos futuros, cabendo ao orçamentista realizar pequenas alterações que são decorrentes da especificidade de cada projeto.

5 RESULTADOS E DISCUSÃO

O estudo de caso objetivou demonstrar a comparação do custo obtido com o método de orçamentação por parametrização com o orçamento feito pela UEMA para início do processo licitatório de construção do prédio de Engenharia da Computação nos perímetros da universidade.

Para tornar viável a comparação de custos, foram usados os custos unitários da planilha base fornecida pela UEMA no orçamento parametrizado em todos os serviços calculados por parametrização de quantidades. Naqueles cujos valores foram encontrados via verba por metro quadrado, foram usados bancos de dados criados com base no SINAPI. Para incluir a influência da inflação nesta análise, todos os valores foram corrigidos para o momento de elaboração do orçamento fornecido pela UEMA através do INCC.

O primeiro passo de qualquer orçamento por parametrização é o levantamento das principais características do edifício a ser construído. O quadro 5 apresenta as principais características do prédio da engenharia da computação, localizado na UEMA e objeto deste estudo de caso.

Quadro 5 - Principais características do estudo de caso.

Principais Características
Edifício com fins educacionais - Obra em andamento
Educacional
Padrão médio
2 pavimentos
Área construída: 2.062,04m ²
Sem subsolos
Estrutura em concreto armado

Fonte: Autor (2018).

O quadro de principais características mostra que a edificação em estudo é fruto de um projeto simples, porém, amplamente utilizado na rede pública de ensino. O padrão de dois andares em estrutura de concreto armado

oferece ao construtor facilidade de execução e diversas opções quanto a técnica construtiva e o planejamento de equipes e ordem dos serviços.

Para o estudo do orçamento por parametrização, a presença de características comuns ao praticado no mercado é um bom começo, visto que os parâmetros ganham credibilidade pela repetição da metodologia construtiva e tipo de projeto.

Após o levantamento das principais características da edificação, é realizada a elaboração do estudo de massa do terreno. É nesta etapa as áreas de cada ambiente são estimadas. Estas áreas, ou dados primários, serão usadas para obtenção dos quantitativos primários e secundários no processo de orçamentação por parametrização. No quadro 6 temos o estudo de massa do estudo de caso.

Quadro 6 - Estudo de massa do terreno do estudo de caso

ESTUDO DE MASSA DO TERRENO	
Ambiente	Área
Térreo	1303,54 m ²
Primeiro pavimento	758,5 m ²
Jardim externo	835 m ²
Estacionamento	2875,5 m ²
Total Geral	5772,54 m²

Fonte: Autor (2018).

Com os dados primários levantados, pode-se chegar nos quantitativos parametrizados para orçar cada item do Plano de Contas. Neste estudo de caso estes itens dividem-se em dois grupos: os orçados de forma direta (quantitativos parametrizados x preço unitário) e os orçados por verba (ver itens 4.4.1 e 4.4.2 deste documento).

No quadro 7 estão os dados primários, os serviços do plano de contas orçados via parametrização direta e aqueles serviços parametrizados por parâmetros de verba.

Quadro 7 - Dados primários e serviços do plano de contas orçados via parametrização.

Projeto		Prédio da engenharia da computação	
Área do terreno	5772,54 m ²	Jardim	835 m ²
Número de ambientes	43 amb.	Estacionamento	2875,5 m ²
Térreo	1303,54 m ²	Perím. Terreno	395,08 m
1º pavimento	758,5 m ²		
Área total	2062,04 m²		
Serviços de obra bruta e fachada			
Estrutura		Cobertura	
Estacas	82 und	Madeira	1031,02 m ²
Forma	4599,5 m ²	Telhamento	1031,02 m ²
Aço convencional	33703,906 kg		
Concreto	402,93 m ³		
Vedações		Impermeabilização	
Alvenaria	2496 m ²		35,7 R\$/m ²
Divisória em granito	250 m ²	Esquadrias	120,23 R\$/m ²
Inst. hidráulicas/amb. molhados	85,08 R\$/m ²	Inst. elét./AC/SPDA	165,15 R\$/m ²
Instalações lógicas e telefônicas	60,4 R\$/m ²	Inst. contra incêndio	15,52 R\$/m ²
Acabamento interno e externo			
Rev. paredes internas e externas		Pavimentação	
Chapisco	3840 m ²	Contrapiso	2062,04 m ²
Emboço	3840 m ²	Piso cerâmico	3093,06 m ²
Reboco	3840 m ²		
Revestimento dos tetos		Urbanização	
Chapisco	1031,02 m ²		284,85 R\$/m ²
Reboco	1031,02 m ²	Pintura	91,72 R\$/m ²
Forro mineral	211,69 m ²		
Demais informações			
Serviços preliminares	65,35 R\$/m ²	Serviços complement.	16,02 R\$/m ²
Administração local	239,88 R\$/m ²	Serviços finais	21,74 R\$/m ²
Serviços iniciais/mov. terra	54,61 R\$/m ²		
	Dados primários		
	Quantidades parametrizadas		
	Verba		

Fonte: Autor (2018).

Tendo as quantidades parametrizadas e o valor por metro quadrado dos serviços calculados por verba em mãos, o passo seguinte é calcular o valor de cada serviço do Plano de Contas.

O quadro 8 apresenta a comparação entre os valores orçados pela UEMA e os valores orçados via parametrização no estudo de caso deste trabalho.

Quadro 8 - Comparação entre o orçamento parametrizado e o fornecido pela UEMA.

ITEM	Serviço	Preço total do serviço	
		R\$	R\$
1	Serviços preliminares	R\$ 134.745,31	R\$ 424.983,45
2	Administração local	R\$ 494.646,01	R\$ 731.471,20
3	Serviços iniciais/movimentação de terra	R\$ 112.608,00	R\$ 79.562,66
4	Infraestrutura	R\$ 170.474,79	R\$ 252.490,83
5	Supraestrutura	R\$ 642.724,33	R\$ 694.917,08
6	Paredes e painéis	R\$ 261.608,40	R\$ 297.144,56
7	Cobertura	R\$ 89.172,92	R\$ 116.604,33
8	Impermeabilizações	R\$ 73.619,64	R\$ 69.152,59
9	Esquadrias	R\$ 247.914,10	R\$ 215.989,42
10	Instalações elétricas/AC/SPDA	R\$ 420.351,63	R\$ 220.748,65
11	Instalações lógicas e telefônicas	R\$ 149.422,57	R\$ 80.396,19
12	Instalações hidráulicas/Sanitárias/Pluviais	R\$ 126.782,17	R\$ 199.770,94
13	Instalações Contra Incêndio	R\$ 73.577,94	R\$ 34.825,56
14	Revestimento	R\$ 370.760,22	R\$ 400.256,61
15	Pavimentação/Rodapés, Soleiras e Peitoris	R\$ 190.398,46	R\$ 168.703,24
16	Aparelhos, bancadas, metais e acessórios	R\$ 56.506,11	R\$ 50.344,13
17	Pintura	R\$ 189.130,35	R\$ 189.442,37
18	Serviços Complementares	R\$ 33.038,09	R\$ 36.292,76
19	Urbanização	R\$ 607.982,61	R\$ 529.582,84
20	Serviços Finais e Limpeza da obra	R\$ 44.825,65	R\$ 67.131,10
	TOTAL	R\$ 4.490.289,32	R\$ 4.859.810,51
Percentual em relação ao orçamento original		7,6%	
Orçamento obtido por parametrização			
Orçamento cedido pela UEMA			

Fonte: Autor (2018).

Da comparação entre os orçamentos, podemos extrair informações pertinentes quanto a variação de preço de alguns itens do orçamento fornecido pela UEMA com aqueles orçados no estudo de caso deste trabalho.

Em Serviços Gerais, a variação de R\$ 290.238,14, correspondente a 68% de diferença entre o orçado pela UEMA e o orçado pelo autor, pode ser justificada pelo grande gasto em terraplenagem, visto que nos orçamentos fornecidos pela UEMA os gastos com Serviços Gerais não ultrapassam o patamar de R\$ 68,21 por metro quadrado, enquanto na edificação em questão estes chegam a R\$ 206,10.

Em Instalações Elétricas, a variação de R\$ 199.602,98, correspondente a 90% entre o orçado pelo autor e o orçado pela UEMA, pode ser justificada pelo fato da Universidade não incluir a instalação de ar-condicionados em suas edificações na fase de obras, ficando por responsabilidade do setor de manutenção da instituição.

Em Instalações Contra Incêndio, a variação de R\$ 38.752,38, correspondente a 111% entre o orçado pelo autor e o orçado pela UEMA, pode ser justificada pelo fato da edificação não necessitar do uso de redes de *sprinklers* (por ter menos de 30 metros de altura).

Mesmo com alguns itens apresentando grandes variações de preço conforme citado acima, o valor final de R\$ 4.490.289,32 encontra-se dentro do esperado para um orçamento por parametrização, apresentando 7,6% de variação com o orçado pela universidade.

6 CONCLUSÃO

A prática de orçar por parametrização é antiga e bastante utilizada. Os parâmetros mais difundidos no mercado brasileiro são aqueles que informam valores de serviços de acordo com o metro quadrado de área construída. Com a informalidade destes parâmetros e a necessidade cada vez maior de entregar orçamentos próximos ou iguais ao custo real da obra, bases de dados como o CUB, e o SINAPI, se tornaram amplamente utilizadas no mercado nacional.

Visando controlar as variáveis contidas nas fórmulas de parametrização de acordo com cada realidade de obra, empresas de grande porte passaram a criar seus próprios parâmetros e bancos de dados. Estes se baseiam em preços unitários, coeficientes de produtividade e valores de serviços internos que narram com maior fidelidade os custos de cada construtora ou incorporadora tem seus empreendimentos.

O método de estimativa de custos por parametrização vem para chegar ao caminho entre os coeficientes aceitos pelo mercado e os valores intrínsecos a cada empresa. Nele, os itens do Plano de Contas podem ser quantificados ou orçados desde bases populares do mercado até fórmulas paramétricas estudadas pelos mais diversos autores encontrados na bibliografia do assunto.

Vale destacar que o método não apresenta restrições de uso de acordo com o tipo de empreendimento. De forma contrária, por mais que algumas obras tenham grande peculiaridade, a ver retrofits, restaurações de monumentos tombados, etc., os parâmetros podem mudar de natureza e o orçamentista adotar novos coeficientes nas fórmulas paramétricas.

Dessa forma, podemos narrar o passo-a-passo do método da seguinte forma:

- Definição dos parâmetros a serem usados no orçamento através do estudo inicial do memorial descritivo básico;
- Organização dos serviços necessários para o projeto ser executado (construção do Plano de Contas);
- Obtenção dos custos de cada item do Plano de Contas;

- Comparação dos valores obtidos no passo anterior com valores dos mesmos itens em obras semelhantes;
- Acompanhamento dos gastos reais da obra e atualização dos coeficientes usados caso exista defasagem.

Além de descrever o método, este trabalho se propôs a aplica-lo em um estudo de caso. A edificação usada foi o prédio da engenharia da computação, localizado no Campus Paulo VI da UEMA. Com 2062,04 m² de área, o prédio visa expandir o atual Centro de Ciências Tecnológicas e está em estágio de finalização.

Segundo Luiz Henrique Ceotto, um orçamento realizado na etapa de estudo de viabilidade é aceitável quando apresenta margem de erro de 10% para mais ou para menos do valor real gasto com o empreendimento (NAKAMURA, 2014).

Com o término do estudo de caso foi verificado que o orçamento realizado por parametrização de custos teve 92,4% de acurácia em relação ao orçado pela UEMA (7,6% abaixo do valor orçado inicialmente). Assim, podemos concluir que:

- O método de orçamentação por parametrização de custos é viável para estudos preliminares dos empreendimentos públicos;
- O método requer um histórico de construções semelhantes para apresentar valores de serviços por metro quadrado fidedignos à realidade do setor público;
- O engenheiro orçamentista e toda sua equipe são de grande importância na verificação dos parâmetros e julgamento dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio – Procedimento. Rio de Janeiro. 2006.

ASHWORTH, A.; SKITMORE, R. M. **Accuracy in Estimating**. Occasional Paper nº 27. The Chartered Institute of Building, 1983.

ASHWORTH, A. **Cost Studies of Buildings**. Ed. Pearson Education Limited, 5ª edição. 562p. England. 2010

ASSUMPÇÃO, J. F. P.; FUGAZZA, A. E. C. **Execução de Orçamento por Módulos para Obras de Construção de Edifícios**. 8ª. ENTAC – Salvador, BA, 2000.

ÁVILA, A. V. LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de Obras, Universidade do Sul de Santa Catarina**. Curso de Arquitetura e Urbanismo – Planejamento e Gerenciamento de Obras. 2003.

CARR, Robert I. Cost-Estimating Principles. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 115, no. 4, p. 545-551. American Society of Civil Engineers (ASCE), dez. 1989.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: Um novo olhar sobre a engenharia de custos**. 480p. PINI. 2009.

CUB. Custo Unitário Básico (CUB/m²): Cartilha: **Principais Aspectos – SindusConMG**, 2007.

FLANAGAN, R.; TATE, B. **Cost Control in building design**. Oxford: Blackwell Science, 1997.

GOLDMAN P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira** – São Paulo – Editora PINI Ltda, 2004.

GRANSBERG D. D. et al. **Parametric Estimating for Design Costs**. AACE International Transactions; 2002; ABI/INFORM Global.

KIM, G. H.; AN, S. H.; KANG, K. I. Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning. **Building and Environment**, v. 39, p. 1235- 1242, 2004.

LEO, D.W., **Using Project History do Assure Project Success**, AACE International Transactions; Morgantown, 2002.

LIBRELOTTO, L. I; FERROLI, P. C. M; RADOS, G. V.: **Custos na construção civil: uma análise teórica e comparativa**; ENTAC 98 – VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 27 a 30 abril, 1998.

LICHTENBERG, S. **Mediaeval Remains in Modern Project Management and Some Successor Principles for the Nineties**. Lyngby, Technological University of Denmark, jan. 1985.

LOSSO, I. R. **Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção**. Universidade de Santa Catarina – Florianópolis, agosto, 1995.

MASCARÓ. **Orçamento paramétrico** – 1998.

MATTOS, A. D. – **Como preparar orçamentos de obras** – São Paulo, Editora PINI Ltda – 2006

NAKAMURA, J. **Baixa precisão de estimativas de custo e orçamento compromete a rentabilidade e a viabilidade dos negócios imobiliários. Metodologias e práticas capazes de reduzir riscos são fundamentais para manter desvios controlados**. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/160/artigo330194-1.aspx>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

NETO, J. P. B.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. Os Critérios Competitivos da Produção: um Estudo Exploratório na Construção de Edificações. **RAC**, v. 7, n.1, Jan./ Mar. 2003.

OLIVEIRA, L. M.; JUNIOR, J. H. P. **Contabilidade de custos para não contadores**. São Paulo, Atlas, 2000.

OTERO, J.A.; HEINECK, L.F.M. **Análise paramétrica para estimativa de custos na construção de edifícios**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10º, 2004, São Paulo, SP. São Paulo, 2004.

RIBA. Royal Institute of British Architects. **Outline Plan of Work 2007**. England, 2008. 3 p. Disponível em: <<http://www.architecture.com>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

SAMPAIO, F. M. **Orçamento e custo da construção**. Brasília: Hemus, 1989.

TCPO, **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos** – 15ª. Edição – São Paulo – Editora PINI Ltda, 2017.

THEODORAKOPOULOS T.; PASQUIRE, C.; FITSILIS, P. **Investigating a new integrated cost management system within Lean Project Delivery System**. RICS – Construction Building Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors – Held at the University of Cape Town, 2009.