



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

INDICADORES PARAMÉTRICOS PARA ORÇAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJETOS: ANALISANDO A CONSISTÊNCIA INTERNA DE UM BANCO DE DADOS E DAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO GERADAS.

Lucia Bressiani (1); Luiz F. M. Heineck (2); Humberto Ramos Roman(3)

(1) Departamento de Engenharia de Civil – Faculdade Assis Gurgacz, Brasil – e-mail:
luciabressiani@bol.com.br

(2) Departamento de Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Federal do Ceará,
Brasil – e-mail: heineck@eps.ufsc.br

(3) Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-
mail: humberto@ecv.ufsc.br

RESUMO

O trabalho origina-se de um levantamento paramétrico realizado em 20 obras de luxo de uma construtora de Florianópolis. Com os dados obtidos dos levantamentos nos projetos foram determinadas equações de regressões e índices médios, que permitem efetuar o levantamento de quantidades de alguns serviços em função da área do pavimento tipo. O objetivo deste artigo é avaliar a consistência das equações paramétricas geradas, mostrando a coerência entre as mesmas através da análise do espaço arquitetônico, bem como verificar a precisão dos resultados obtidos para utilização em estimativas preliminares de custo. A avaliação de consistência é feita tanto utilizando-se os valores médios presentes no banco de dados como as equações de regressão desenvolvidas, procurando averiguar a semelhança entre os resultados obtidos, assim como a relação entre as diversas equações, como a de paredes, que deve ser coerente com a quantidade de rodapés, revestimentos internos e externos, já que todos estes elementos são fruto da segmentação do espaço arquitetônico. Com os dados obtidos é possível constatar a precisão nos resultados obtidos através do uso das equações apresentadas, bem como constatar os serviços que não podem ser mensurados através das equações, bem como as considerações que devem ser observadas no uso de cada uma das equações.

Palavras-chave: estimativas; índices paramétricos.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de modelos paramétricos de estimativa de custos no setor de edificações tem se mostrado muito eficaz, auxiliando e até substituindo os métodos tradicionais (OTERO, 2000).

Para Losso (1995), o ponto de partida para tomada de decisão sobre a viabilidade de um determinado empreendimento é a estimativa preliminar de seu custo até mesmo antes de se detalhar os projetos, pois é necessário estimar o custo total da obra para decidir sobre suas especificidades. Algumas empresas recorrem ao CUB (Custo Unitário Básico) que acaba fornecendo um resultado que pode diferir da realidade, devido às especificidades de cada construção.

Losso (1995) reforça a importância do desenvolvimento de indicadores para estimativas preliminares de custo, uma vez que na fase de anteprojeto de uma edificação os elementos que

compõem o custo da mesma não estão suficientemente detalhados, tornando-se assim difícil as estimativas minuciosas de seu custo.

Segundo Otero (2000) as estimativas paramétricas de custo se caracterizam por modelos extremamente simples, fundamentando-se em uma única característica da obra e buscando estabelecer custos globais unicamente em função desta característica.

O objetivo deste artigo é avaliar a consistência das equações paramétricas apresentadas para alguns itens (serviços), mostrando a coerência entre as mesmas através da análise do espaço arquitetônico, comprovando a viabilidade de utilização das mesmas no levantamento de estimativas preliminares de custo.

1.1 Estimativas de Custo

O processo orçamentário busca a determinação dos gastos para realização de um projeto, em função de um plano pré-estabelecido. As estimativas de custos são definidas como uma forma de apresentar os custos de execução de um projeto. Porém não implicam necessariamente na elaboração de um orçamento (LIMA, 2000).

O orçamento detalhado apresenta-se como os métodos de estimativas no setor de construção civil com resultados de maior precisão, quando realizado no momento da disponibilidade de todos os projetos e especificações tidos como definitivos para a construção do edifício. No entanto, orçamentos detalhados diversas vezes têm sua utilização limitada dentro do processo de construção, especialmente nos estágios iniciais de trabalho, onde a análise do custo vai determinar a viabilidade do empreendimento e posterior caracterização do mesmo.

Assumpção (1996) alerta para o fato de que 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 subseqüentes detalhadas em projetos. Desta forma, fica enfatizada a importância da utilização informações para a utilização das técnicas paramétricas, nas primeiras etapas do processo de construção do empreendimento.

Considerada como um método que utiliza relações sob a forma de algoritmos matemáticos ou lógicos de modo a obter uma estimativa de custos, as relações paramétricas de custo, podem variar desde simples regras informais até funções matemáticas complexas decorrentes da análise estatística de dados (KURTZ, 2003).

Através da fragmentação do custo total em parcelas menores, com a utilização de direcionadores de custo específicos para cada uma delas, é possível se obter uma redução do erro da estimativa. Desta forma, o ideal é a determinação de um conjunto de relações paramétricas direcionadas para diferentes parcelas do custo, formando a estrutura que denominamos modelo paramétrico de custo (ASSUMPÇÃO, 1996).

Para Kurtz (2003) a utilização de estimativas paramétricas de custos é comum na construção civil. Porém são utilizados modelos simplificados, baseados em uma característica da edificação, buscando estabelecer custos gerais únicos determinados pela característica. Como exemplo tem-se a área de construção, que é o parâmetro mais utilizado na estimativa do custo global. No entanto, pode-se desenvolver um modelo paramétrico com estruturas mais complexas, que relacione diferentes direcionadores de custos promovendo uma análise mais detalhada dos custos de um empreendimento.

A metodologia paramétrica é a única forma de se efetuar uma estimativa quando não se dispões de informações detalhadas, sendo utilizada na fase inicial dos projetos (DEPARTMENT OF DEFENSE, 1999).

A base da metodologia de estimativa paramétrica são as relações paramétricas de custo onde se estabelece a ligação entre o custo e uma determinada característica técnica do produto ou serviço, sendo expressa por uma equação matemática. (LONG, 2000).

1.2 Histórico sobre o estudo de indicadores para estimativas preliminares de custo

Buscando ao longo dos anos referenciais na área de estimativa de custos, encontram-se trabalhos desenvolvidos por Rosso (1978) que apresenta parâmetros para avaliação do custo do projeto na fase de investimento e Mascaró (1985), que apresenta conceitos importantes que subsidia praticamente todos os trabalhos desenvolvidos sobre estimativas por características geométricas. Em seguida Hirota (1987) apresenta uma relação de serviços, dentre eles encontra-se o serviço de alvenaria e esquadrias, bem como área de circulação, dormitórios, banheiros, enfim, indicadores que permitem a caracterização de espaços com relação ao uso.

Nesta mesma linha de pesquisa, Oliveira (1990) apresenta um trabalho com diversas equações e indicadores médios sobre a composição do pavimento tipo e também dos compartimentos, tais como percentual médio ocupado pela circulação, área de paredes, dentre outros. Posteriormente, Oliveira (1995) em conjunto com outros pesquisadores desenvolvem um manual cujo objetivo principal era a definição de indicadores para a medição do desempenho da empresa em várias áreas do gerenciamento, dentre elas a área de projetos. Da mesma forma Losso (1995), desenvolve um trabalho específico para disseminação das metodologias de estimativa de custos e a obtenção de índices médios para análise da quantificação e do custo de empreendimentos na fase de anteprojeto.

Em seguida Andrade (1996) apresenta um estudo para modelagem dos custos para casas da classe média. Araújo (1997) apresenta uma pesquisa com uma série de indicadores e equações de regressão linear para o levantamento de quantitativos de materiais e mão-de-obra. Otero (2000), verifica a precisão dos modelos paramétricos em edifícios de alto padrão de Brasília. Da mesma forma Solano (2003), realiza trabalho semelhante, porém na cidade de Porto Alegre, também para edificações de alto padrão.

Ainda neste mesmo contexto Parisotto (2003) apresenta um estudo onde aplica os vários modelos apresentados por outros autores e compara com os valores obtidos através de orçamentos discriminados, chegando a conclusão que os mesmos podem conduzir a resultados precisos. Heineck (2006) apresenta vários trabalhos de pesquisa acadêmica buscando definir a coleta de dados e a forma de tratamento dos indicadores.

Solano e Heineck (2008) comentam que na maioria dos trabalhos sobre estimativas preliminares de custo os autores comentam sobre a importância do domínio e conhecimento das edificações, tanto com relação a forma geométrica, como com suas relações com o custo de produção destes empreendimentos, com o objetivo de proporcionar projetos que contemplem a racionalidade, construtibilidade, habitabilidade e economicidade. visando à produção de projetos

Vale ressaltar que apesar dos vários trabalhos desenvolvidos na área de estimativas preliminares de custo, ainda é escasso o desenvolvimento de trabalhos no sentido de verificar a coerência das equações geradas para um mesmo trabalho, como é o caso, por exemplo, da quantidade de paredes, que deve ser coerente com a quantidade de rodapés, revestimentos internos e externos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é contribuir com o estudo de estimativas preliminares de custo, efetuando uma análise da precisão das informações obtidas dentro de um mesmo modelo.

3 METODOLOGIA

As informações utilizadas neste trabalho originaram-se de um levantamento paramétrico realizado em 20 obras de luxo de uma construtora de Florianópolis, com áreas variando entre 213,90m² e 335,59m². Através da análise detalhada do projeto arquitetônico dos pavimentos-tipos, foram levantadas as quantidades de alguns itens, como área de esquadrias, número de portas, área de revestimentos, dentre outros. Após isso foram plotados gráficos relacionando a quantidade destes itens e a área do pavimento tipo, para cada projeto. Com isso obtiveram-se as

equações apresentadas na Tabela 1 a seguir, que são utilizadas no trabalho para análise da correlação entre as mesmas.

Tabela 1 – Dados paramétricos utilizados para avaliação

Itens	Equação	R²	Valores Médios
Esquadrias de alumínio	$y = 0,175X - 6,54$	0,70	0,152
Número de portas	$y = 0,0731X + 0,922$	0,58	0,076
Comprimento de Paredes externas	$y = 0,29X + 1,58$	0,72	0,305
Comprimento de Paredes internas	$y = 0,38X + 13,148$	0,83	0,429
Comprimento de Paredes	$y = 0,67X + 14,73$	0,87	0,734
Área de revestimento externo	$y = 0,73X - 3,62$	0,75	0,726
Área de revestimento interno	$y = 1,63X + 85$	0,77	1,952
Área de revestimento interno (azulejos)	$y = 0,817X - 4,40$	0,52	0,686
Área de piso do setor social	$y = 0,3979X - 15,85$	0,85	0,339
Área de piso frio	$y = 0,2023X - 6,27$	0,89	0,18
Área de sacadas	$y = 0,0553X - 2,63$	0,17	0,046
Comprimento do rodapé	$y = 0,5312X + 11,115$	0,78	0,5724
Área de teto para revestimento e pintura PVA	$y = 0,622X + 1,06$	0,95	0,62
Área de teto para forro de gesso	$y = 0,1824X + 1,17$	0,99	0,17

Nota: X significa área do pavimento tipo.

As análises efetuadas buscam verificar a coerência entre as equações e os valores médios, denominados de taxas, obtidas para cada item, bem como correlações entre alguns itens para constatar a coerência entre as mesmas. Por fim é efetuada a verificação da precisão dos resultados obtidos, através da aplicação das equações apresentadas e o levantamento em um projeto semelhante aos da amostra.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Equação x valores médios (taxas)

Através de uma análise na Tabela 1 é possível perceber que alguns itens apresentaram baixas correlações com a área do pavimento tipo. Isto pode ser constatado para os itens número de portas, área de revestimento interno (azulejos) e área de sacadas. Para os demais itens, a correlação é igual ou superior a 70%, o que confere uma boa confiabilidade no uso das equações ou índices médios.

Efetuando-se uma análise dos coeficientes “a”, da equação $Y = ax + b$, pode-se constatar que existe coerência entre este índice e o índice médio obtido. Para comprovar isso é efetuado um levantamento dos serviços para todos os itens, através do uso das equações e dos valores médios, considerando-se a maior área da amostra, ou seja, de 335,59m². A diferença percentual é apresentada na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Diferença percentual de quantidades de serviços obtidos com o uso das equações e com o uso dos valores médios

Item	Quantidade com o uso das equações	Quantidade com o uso dos índices médios	Diferença em %
Esquadrias de alumínio	52,19	51,01	2,26
Número de portas	25,50	25,45	0,20
Comprimento de Paredes externas	102,35	98,90	3,37
Comprimento de Paredes internas	143,97	140,67	2,29
Comprimento de Paredes	246,32	239,58	2,74
Área de revestimento externo	243,64	241,36	0,93
Área de revestimento interno	655,07	632,01	3,52
Área de revestimento interno (azulejos)	269,78	230,21	14,66
Área de piso do setor social	117,68	113,77	3,33
Área de piso frio	61,62	60,41	1,97
Área de sacadas	15,93	15,44	3,08
Comprimento do rodapé	192,09	189,38	1,41
Área de teto para revestimento e pintura PVA	209,80	208,07	0,83
Área de teto para forro de gesso	62,38	57,05	8,55

Através das informações apresentadas na Tabela 2 é possível perceber que apenas um item apresenta diferença percentual superior a 10%, ou seja, o item “revestimentos internos (azulejos)”. Para os demais poderiam ser utilizadas tanto as equações como os índices médios, cujos resultados seriam semelhantes.

4.2 Correlação entre indicadores

A análise apresentada a seguir busca verificar a coerência entre as equações apresentadas. Esta análise é efetuada para a quantidade de alvenaria, que é avaliada através das equações comprimento de paredes, esquadrias de alumínio e número de portas. A outra análise se refere a verificação da área de revestimentos, através das equações apresentadas para o comprimento de paredes. Em seguida é efetuada uma análise da quantidade de rodapé, que pode ser obtida das equações que permitem obter o comprimento de paredes e revestimentos. E por final são avaliados os resultados obtidos para as áreas de pisos e tetos.

4.2.1 Alvenaria

A primeira análise efetuada para área de alvenaria é a partir das equações ou taxas (consumo médio de paredes por m² de pavimento tipo) que fornecem o comprimento das paredes multiplicando-se pela altura das paredes (2,80metros). A seguir é efetuada a conferência da área de alvenaria através das equações para comprimento das paredes internas e externas, efetuando-se o somatório das duas, com a equação apresentada para o comprimento total de paredes. A Tabela 3 apresenta esta análise.

Tabela 3 – Equação para área de alvenaria através das equações para comprimento de paredes

	Equação		Taxa	
	Equação apresentada x altura das paredes	Equação após a multiplicação pela altura	Taxa apresentada x altura das paredes	Taxa após a multiplicação pela altura
Externa	$y = (0,29 \times \text{área do pavimento} + 1,58) \times 2,80$	$y = 0,81 \times \text{área do pavimento} + 4,42$	$y = (0,305 \times \text{área do pavimento}) \times 2,80$	$y = 0,85 \times \text{área do pavimento}$
Interna	$y = (0,38 \times \text{área do pavimento} + 13,14) \times 2,80$	$y = 1,06 \times \text{área do pavimento} + 36,79$	$y = (0,429 \times \text{área do pavimento}) \times 2,80$	$y = 1,20 \times \text{área do pavimento}$
Somatório das equações		$y = 1,87 \times \text{área do pavimento} + 41,21$		$y = 2,05 \times \text{área do pavimento}$
Equação para o comprimento total de paredes	$y = (0,67 \times \text{área do pavimento} + 14,73) \times 2,80$	$y = 1,87 \times \text{área do pavimento} + 41,24$	$y = (0,734 \times \text{área do pavimento}) \times 2,80$	$y = 2,06 \times \text{área do pavimento}$

As equações destacadas na Tabela 3 se referem as equações obtidas através do somatório das equações para paredes internas e externas e a equação apresentada para a quantidade total de paredes. É possível constatar a coerência entre as informações apresentadas, ou seja, os resultados são semelhantes.

Aplicando os resultados para a faixa de área da amostra, ou seja, de 213,90m² até 335,59m², a diferença de valores obtidos pelas duas formas (equações e taxas) seria menor que 3%. Com isto pode-se concluir que a utilização da taxa ($Y = 2,05 \times \text{área do pavimento}$) que simplifica o levantamento de dados poderia ser utilizada para levantamento da área de paredes para projetos semelhantes aos considerados nesta amostra estudada.

A segunda análise para área de alvenaria é efetuada a partir da área de alvenaria interna e externa, descontando-se a área de esquadrias de alumínio e de portas. Na Tabela 4, são utilizadas as equações apresentadas na Tabela 3 (equações para área de alvenaria) e descontadas as equações obtidas para áreas de esquadrias de alumínio e área de portas. (apresentadas na Tabela 1). Vale destacar que para a área de portas foi utilizada a equação que determina o número de portas, multiplicada pela área de cada porta ($0,70 \times 2,10$).

Tabela 4 – Equação para área de alvenaria desconsiderando-se a área de aberturas

Uso de Equações				
	Área de alvenaria	Área de esquadrias de alumínio	Área de portas	Área alvenaria – Área de esquadrias/portas
Externa	$y = 0,81 \times \text{área do pavimento} + 4,42$	$y = 0,175 \times \text{área do pavimento} - 6,54$		$Y = 0,63 \times \text{área do pavimento} + 10,96$
Interna	$y = 1,06 \times \text{área do pavimento} + 36,79$		$y = 0,11 \times \text{área do pavimento} + 1,36$	$Y = 0,95 \times \text{área do pavimento} + 35,43$
Total			$Y = 1,80 \times \text{área do pavimento} + 49,11$	

Uso das Taxas				
	Área de alvenaria	Área de esquadrias de alumínio	Área de portas	Área alvenaria – Área de esquadrias/portas
Externa	$y = 0,85 \times \text{área do pavimento}$	$y = 0,152 \times \text{área do pavimento}$		$Y = 0,69 \times \text{área do pavimento}$
Interna	$y = 1,20 \times \text{área do pavimento}$		$y = 0,11 \times \text{área do pavimento}$	$Y = 1,10 \times \text{área do pavimento}$
Total			$Y = 1,79 \times \text{área do pavimento}$	

Substituindo as áreas de 213,90m² até 335,59m² nas duas equações totais da Tabela 4 obtém-se valores semelhantes para áreas de alvenaria, descontando-se as aberturas. Esta diferença, para áreas dentro das faixas consideradas é de no máximo 5%. Com isto confirma-se que a equação utilizando apenas a taxa, ou seja, média de valores obtidos nos levantamentos, para a área de alvenaria pode ser considerada relevante.

4.2.2 Revestimentos

A área de revestimentos pode ser obtida pela comparação dos valores obtidos entre as equações apresentadas para este serviço e através das equações para área de alvenaria, desconsiderando as aberturas. A Tabela 5 a seguir apresenta esta comparação. As equações para alvenaria interna e externa apresentadas são as obtidas na Tabela 4, desconsiderando-se a área das aberturas.

Vale destacar que para a área de revestimento externo foi utilizada a mesma equação da alvenaria externa. Já para a área de revestimento interno, foi utilizada a equação da alvenaria interna, sendo multiplicada por dois (duas faces das paredes internas a serem revestidas).

Tabela 5 – Equação para área de revestimento

Equações Obtidas				
	Equação para área de alvenaria	Equação para revestimento	Taxa para área de alvenaria	Taxa para revestimento
Externa	$Y = 0,63 \times \text{área do pavimento} + 10,96$	$Y = 0,63 \times \text{área do pavimento} + 10,96$	$Y = 0,69 \times \text{área do pavimento}$	$Y = 0,69 \times \text{área do pavimento}$
Interna	$Y = 0,95 \times \text{área do pavimento} + 35,43$	$Y = 1,90 \times \text{área do pavimento} + 76,3$	$Y = 1,10 \times \text{área do pavimento}$	$Y = 2,20 \times \text{área do pavimento}$
Equações Apresentadas				
	Equação para revestimento		Taxa para revestimento	
Externa	$y = 0,73X - 3,62$		$0,726 \times \text{área do pavimento}$	
Interna	$y = 1,63X + 85$		$1,952 \times \text{área do pavimento}$	

Através de uma análise nas equações apresentadas na Tabela anterior, substituindo-se a maior área da amostra, ou seja, $335,59\text{m}^2$ é possível constatar uma diferença de até 12% nos valores. Em se tratando de estimativas preliminares de custo, esta diferença não é significativa, ou seja, a área de revestimentos pode ser obtida tanto utilizando-se as equações de revestimentos, como através da área de alvenaria, com as considerações apresentadas anteriormente (desconsiderando-se a área das aberturas e efetuando as multiplicações para considerar as duas faces das paredes).

4.2.3 Rodapé

A equação para o comprimento do rodapé apresentada pode ser comparada com a equação obtida a partir de:

Comprimento de rodapé = comprimento das paredes externas + (2 x comprimento das paredes internas) - comprimento das paredes das paredes com azulejos – (2 x comprimento das portas – 70 cm). Desta forma a Tabela 10 a seguir apresenta estas considerações efetuadas.

A Tabela 6 a seguir apresenta estas considerações efetuadas.

Tabela 6 – Equação para comprimento de rodapé

		Equações Obtidas	Taxas Obtidas
Comprimento das paredes externas	das	$y = 0,29 \times \text{área do pavimento} + 1,58$	$0,305 \times \text{área do pavimento}$
Comprimento das paredes internas	das	$(y = 0,38 \times \text{área do pavimento} + 13,148) \times 2 =$ $Y = 0,76 \times \text{área do pavimento} + 26,29$	$(0,429 \times \text{área do pavimento}) \times 2 =$ $0,858 \times \text{área do pavimento}$
Área das paredes das paredes com azulejos		$(y = 0,817 \times \text{área do pavimento} - 4,40)/2,80 =$ $Y = 0,29 \times \text{área do pavimento} - 1,57$	$(0,686 \times \text{área do pavimento})/2,80 =$ $0,245 \times \text{área do pavimento}$
Comprimento das portas		$(y = 0,0731 \times \text{área do pavimento} + 0,922) \times 2 =$ $Y = 0,15 \times \text{área do pavimento} + 1,84$	$(0,076 \times \text{área do pavimento}) \times 2 =$ $0,152 \times \text{área do pavimento}$
Comprimento de rodapé		$Y = 0,61 \times \text{área do pavimento} + 27,6$	$0,766 \times \text{área do pavimento}$
		Equações Apresentadas	Taxas Apresentadas
Comprimento de rodapé		$y = 0,53 \times \text{área do pavimento} + 11,115$	$y = 0,57 \times \text{área do pavimento}$

Através do levantamento da quantidade de rodapé, considerando as quatro equações destacadas na Tabela 6 é possível constatar uma diferença de até 20% nos valores obtidos. Isto pode ser justificado pelo fato das equações apresentadas não especificarem se no levantamento das quantidades de rodapés foram descontados os comprimentos das portas e rodapés das áreas de circulação comum.

4.2.4 Área de tetos x pisos

As análises apresentadas a seguir buscam verificar a coerência entre áreas de tetos e pisos apresentadas na Tabela 1. Desta forma na Tabela 7 a seguir são apresentadas estas equações. É possível constatar diferenças de 30% no levantamento de quantidades de pisos e paredes pelo uso das equações e taxas.

Tabela 7 – Equação para área de teto e pisos

Tetos	Equações	Taxas
Forro de gesso	$y = 0,1824 \times \text{área do pavimento} + 1,17$	$0,17 \times \text{área do pavimento}$
Pintura de teto	$y = 0,622 \times \text{área do pavimento} + 1,06$	$0,62 \times \text{área do pavimento}$
Total	$Y = 0,80 \times \text{área do pavimento} + 2,23$	$0,79 \times \text{área do pavimento}$
Pisos	Equações	Taxas
Área de piso frio	$y = 0,2023 \times \text{área do pavimento} - 6,27$	$0,339 \times \text{área do pavimento}$
Área de piso social	$y = 0,3979 \times \text{área do pavimento} - 5,85$	$0,18 \times \text{área do pavimento}$
Área de sacadas	$y = 0,0553 \times \text{área do pavimento} - 2,63$	$0,046 \times \text{área do pavimento}$
Total	$Y = 0,66 \times \text{área do pavimento} - 24,75$	$Y = 0,56 \times \text{área do pavimento}$

4.3 Análise dos indicadores apresentados no trabalho

Um dos objetivos do trabalho era avaliar a precisão alcançada na aplicação das equações apresentadas no trabalho. Desta forma, a seguir apresenta-se o levantamento de quantidades

para todos os itens apresentados na Tabela 1, para um edifício não considerado na amostra de dados, de 350m².

O levantamento de quantitativos se deu de duas maneiras: levantamento manual efetuado no projeto arquitetônico e através das equações fornecidas no trabalho.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados obtidos, onde a coluna quantidade com equações se refere aos resultados obtidos através das equações deste trabalho. Já a coluna referente a quantidade convencional se refere as quantidades obtidas através do levantamento no projeto arquitetônico.

Tabela 8 – Análise da precisão alcançada com as equações paramétricas

Itens	Unidade	Quantidade com equações	Quantidade convencional
Esquadrias de alumínio	m ²	53,20	60,8
Número de portas	un	27,00	29,00
Comprimento de Paredes externas	m	106,75	109,80
Comprimento de Paredes internas	m	150,15	153,84
Comprimento de Paredes	m	256,90	263,64
Área de revestimento externo	m ²	254,10	262,44
Área de revestimento interno	m ²	683,20	696,50
Área de revestimento interno (azulejos)	m ²	240,10	170,00
Área de piso do setor social	m ²	118,65	210,63
Área de piso frio	m ²	63,00	72,09
Área de sacadas	m ²	16,10	16,80
Comprimento do rodapé	m	200,34	230,12
Área de teto para revestimento e pintura PVA	m ²	217,00	185,23
Área de teto para forro de gesso	m ²	59,50	164,77

Através dos resultados apresentados na Tabela 8 é possível observar que os resultados obtidos através das equações foram próximos aos obtidos pelo levantamento no projeto arquitetônico, exceto para os itens revestimento em azulejo e área de teto para gesso. Os dois itens apresentaram diferenças percentuais entre os resultados usando as equações e os obtidos no projeto arquitetônico de 41 e 64%, respectivamente. O que se pode constatar nos dias de hoje é que a quantidade de revestimento interno com azulejos vem diminuindo. Este revestimento tem assumido um papel mais forte no sentido de decorar ambientes. Talvez isto pode justificar o fato da equação ter apresentado resultados diferentes dos obtidos com o levantamento no projeto, ou seja, a área de azulejos não pode ser estimada com precisão por índices paramétricos.

Com relação a área de gesso, também pode-se constatar que este não seja um indicador que possa ser explicado em função da área construída. Visto que depende da opção do proprietário.

5 CONCLUSÕES

Com relação aos objetivos do trabalho, o que se pode concluir é que em se tratando de estimativas preliminares de custo, alguns itens ainda não podem ser estimados com precisão, como é o caso do número de portas, quantidade de revestimento interno com azulejo e área de gesso.

As equações analisadas apresentaram coerência entre si. Porém ainda é necessário padronizar formas de levantamentos e critérios utilizados na obtenção dos indicadores. Como por exemplo, se a equação para quantidade de revestimentos desconsidera todas as áreas de aberturas.

Porém, como conclusão do trabalho, considera-se que a determinação de indicadores para estimativas preliminares de custo se mostra com uma ferramenta eficaz, apresentando para a maioria dos serviços uma precisão satisfatória.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. A. **Modelagem dos custos para casas da classe média**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Florianópolis, 1996.

ARAÚJO, J.L. S. **Relações Paramétricas na Estimativa de Custos para a Construção de Edifícios em Florianópolis/SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Florianópolis, 1997.

DEPARTMENT OF DEFENSE (DOD). **Parametric estimating handbook**, 2nd edition. Washington, 1999.

HEINECK, L.F.M. **Planejamento e Programação de Obras na Construção**. Florianópolis. CPGEC/UFSC/ECV4285. 2006.

HIROTA, E.H. **Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificações, visando a reformulação da Norma Brasileira NB-140/65**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.. Porto Alegre, 1987.

MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo – SP. Pini, 1985.

KURTZ, C. E. **ÍNDICES PARAMÉTRICOS PARA SERVIÇOS DE PINTURA EXTERNA**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção UFSCar. São Carlos, 2003.

LIMA, J.L. P. **Custos na Construção Civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2000.

ASSUMPÇÃO, J. F. P.; FUGAZZA, A. E. C. **Execução de orçamento por módulos para obras de construção de edifícios**. Artigo sem apresentação, (1999).

LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custo: estudo de caso em uma empresa de construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Florianópolis, 1995.

OLIVEIRA, M. **Caracterização de prédios habitacionais de Porto Alegre através de variáveis geométricas – uma proposta à partir das técnicas de estimativas preliminares de custo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.. Porto Alegre, 1990.

OLIVEIRA, M; LANTELME, E; FORMOSO, C. T. **Sistema de indicadores da qualidade e da produtividade da construção civil. Manual de utilização**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

OTERO, J. A. **Análise paramétrica de dados orçamentários para a estimativa de custos na construção de edifícios – Estudo de caso voltado para a questão da variabilidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PARISOTTO, J. **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). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGECC, Florianópolis, 2003.

ROSSO, T. **Aspectos geométricos do custo das edificações.** Simpósio sobre barateamento da construção habitacional. Salvador, 1978.

SOLANO, R S. **Indicadores geométricos, mão de obra e custos: Edificações alto padrão em Porto Alegre.** Trabalho de conclusão da disciplina de Gerenciamento de Empreendimentos. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

SOLANO, R S.; HEINECK, L F. M. **Gestão de custos na construção civil de edificações: determinação de indicadores geométricos para utilização em estimativas e orçamentos paramétricos.** In. XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: GERAÇÃO DE VALOR NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 2008, Fortaleza. Anais, Fortaleza, 2008.