



QUANTIFICAÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICais COM BASE NO ESTUDO PRELIMINAR

Thatiany T. S. Koza (1); Ubiraci Espinelli Lemes de Souza (2); Camila Seiço Kato (3).

- (1) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: thatiany.koza@poli.usp.br
(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: ubiraci.souza@poli.usp.br
(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: camila.kato@gmail.com

RESUMO

O estudo de custos é importante para tomadas de decisões em diferentes fases do empreendimento. Nas fases iniciais os custos são prognosticados para decidir se o terreno será comprado, se o empreendimento será construído e para obter informações sobre seu lançamento e venda; já na fase pré-obras, o prognóstico de custos suporta a execução, e, na fase de construção, estes custos são medidos para ajustar possíveis desvios e para servir como banco de dados na estimativa dos custos de empreendimentos futuros (MARCHIORI, 2008). Quanto mais avançada for a fase do empreendimento, mais informações se têm a respeito do mesmo, assim, a análise de custo é mais precisa. Dentro deste contexto, verifica-se que o prognóstico do custo para as fases iniciais, apesar de ter grande importância nas tomadas de decisões, possui dificuldades em relação às poucas informações que se têm sobre o empreendimento.

Este artigo pretende entender o reflexo nos custos de diferentes concepções arquitetônicas, durante a definição do produto nas fases iniciais do empreendimento, sabendo que grande parte do custo está associado ao subsistema de vedações verticais. Deste modo, foram utilizados indicadores para analisar a influência da geometria da edificação na quantidade de vedações verticais, analisando-se 36 apartamentos.

A partir deste estudo, pôde-se melhor compreender a influência da arquitetura, na estimativa de paredes. Assim, este estudo poderá auxiliar os gestores a avaliar plantas para tomar a melhor decisão em relação ao custo de tais projetos.

Palavras-chave: parametrização, custos, indicadores arquitetônicos, vedação vertical.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de competitividade entre empresas, deve-se lembrar que o consumidor visa, além dos preços, uma qualidade que realce o seu produto dos seus demais concorrentes. Por isso, cada vez mais, as empresas devem buscar uma maior atratividade otimizando o equilíbrio entre qualidade e custos, os quais permitem viabilizar um incremento nas atividades imobiliárias, quanto mais precisas forem as ferramentas de seu prognóstico.

O orçamento é uma parte fundamental no processo de empreender em construção civil, porém, devido a escassez de informações nas fases iniciais do empreendimento, a análise de custos é feita em diferentes fases, desde a etapa de viabilidade para compra do terreno e definição do produto até a verificação dos custos pós obra, que irão compor dados históricos a serem utilizados em orçamentos futuros (ASSUMPCÃO E FUGAZZA, 2000).

Segundo Losso (1995), a precisão na fase de viabilidade é muito importante para que a relação custo/qualidade seja mantida, porém, na maioria dos casos não se tem dados suficientes para estimar os custos preliminares baseado nos anteprojetos.

Conforme a pesquisa desenvolvida por este autor, a parametrização é feita para estimar as quantidades de serviço e através deste método não são utilizadas plantas, mas sim, áreas do empreendimento, o que permite o prognóstico de custos em fases em que há poucas informações sobre o produto. Porém este método possui limitações, já que ele generaliza o produto a ser desenvolvido, pois pressupõe que deverá ter as mesmas características dos projetos que geraram os modelos (MARCHIORI, 2008).

Segundo Kato (2009), a extração do método paramétrico a obras com geometrias diferenciadas pode gerar erros, de acordo com os parâmetros analisados. Na Tabela 1 pode-se observar o resultado da análise das relações entre a superfície e o perímetro de diferentes formas de plantas, todas elas com 100m² de superfície. O perímetro que no exemplo representa a quantidade de paredes é crescente, segundo a forma, partindo da circular; assim, para envolvermos uma forma circular, necessitou de 0,35 metros lineares de parede por metro quadrado construído, e 2,02 metros lineares por metro quadrado para o retângulo de forma mais alongada (MASCARÓ, 1985).

Tabela 1: Quantidade de paredes necessária para envolver diversas formas geométricas de plantas de edifícios (MASCARÓ, 1985).

Forma da Planta	Superfície da Planta(m ²)	Perímetro (m)	Perímetro/Superfície
Circular	100	35,44	0,35
Quadrada (10m x 10m)	100	40,00	0,40
Retangular (5m x 20 m)	100	50,00	0,50
Retangular (4m x 25 m)	100	58,00	0,58
Retangular (2m x 50 m)	100	104,00	1,04
Retangular (1m x 100 m)	100	202,00	2,02

Ou seja, descartando a forma circular, pelas dificuldades arquitetônicas em realizá-la, a forma quadrada é a mais econômica quando se trata apenas dos custos baseados nos planos verticais. Este simples estudo demonstra ainda que orçamentos baseados apenas no custo por metro quadrado podem não trazer resultados condizentes com a realidade do projeto.

Do ponto de vista geométrico, um edifício é composto de um conjunto de planos horizontais em intersecção com planos verticais. Mascaró (1985), analisando os custos de um edifício habitacional de 7 a 9 pavimentos sobre pilotis, com acabamento médio, verificou que os planos horizontais representavam 25% do custo total da obra, os verticais 45%, as instalações 25% e o canteiro de obras 5%. Para compor os custos das vedações verticais, o autor considerou a parte vertical da estrutura e

das fundações, alvenarias, aberturas, revestimentos interno e externo e a parte vertical da pintura. Segundo este estudo, Mascaró verificou, ainda, que a distribuição entre os tipos de paredes é de um terço para as paredes exteriores e dois terços para as paredes divisórias.

Deste modo, percebe-se a grande influência das vedações verticais no custo de uma obra, e, segundo análises geométricas feitas pelo autor, fica claro a influência das formas geométricas de uma edificação nos custos finais. Assim, a fim de se reduzir custos, pode-se minimizar a quantidade de divisórias, sem reduzir a superfície construída.

Neste contexto, o prognóstico de quantidade de vedações verticais na fase de viabilidade do empreendimento possui grande importância para refinar os valores obtidos com a parametrização baseada apenas em áreas.

Assim, este trabalho pretende utilizar indicadores arquitetônicos que podem auxiliar na pré-avaliação da configuração de um projeto preliminar de arquitetura, e gerar informações rápidas para o projetista em relação ao custo da solução adotada, já que o custo das vedações verticais possui grande peso no custo total da obra. Além disso, o método permite comparar diferentes tipologias, auxiliando o projetista no processo de concepção arquitetônica na busca da solução mais econômicas para a habitação.

2 OBJETIVO

Definir, levantar e avaliar indicadores arquitetônicos para análise da quantidade de parede por área de apartamento. Para isso, foi feito um banco de dados de apartamentos, os quais foram avaliados através dos indicadores levantados, gerando assim, resultados que validam a sua utilização.

3 METODOLOGIA

De acordo com o TCPO 2003, o cálculo do custo de uma obra é feito pela soma de custos de todos os seus serviços. Estes, por sua vez, são calculados segundo a Equação 1.

$$Custo_i = QS_i \sum_j (CU_j \times PU_j) \quad \text{Equação 1}$$

onde:

$Custo_i$ = custo do serviço “i”;

QS_i = quantidade do serviço “i”;

CU_j = consumo unitário do insumo “j” correspondente ao serviço “i”;

PU_j = preço unitário do insumo “j” correspondente ao serviço “i”.

Analizando as parcelas da Equação 1, verifica-se que o custo, de um modo geral, pode ser estimado estudando-se as quantidades de serviços, as quais devem ser determinadas baseando-se em características geométricas da edificação.

Assim, para estudar a quantidade de vedação vertical, pode-se verificar a quantidade do serviço que, nas fases iniciais do empreendimento, onde há poucas informações sobre o mesmo, pode ser feita com base em indicadores arquitetônicos.

O primeiro indicador levantado é a densidade de paredes. Este indicador tem como objetivo verificar o grau de compartimentação do pavimento tipo, a fim de otimizar a obra e minimizar os custos (LOPES, 2009). Para o estudo, foi calculado a quantidade linear de paredes em função da área do apartamento, conforme mostra a Equação 2.

$$Densidade\ de\ Paredes = \frac{\text{Metro linear de paredes}}{\text{área privativa do apartamento}} \quad \text{Equação 2}$$

Para medir e avaliar a relação entre paredes que envolvem o edifício e sua superfície foi estudado o “índice de compacidade” dos edifícios, que é definido como a relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro das paredes exteriores do projeto. A relação matemática está expressa na Equação 3:

$$Ic = \frac{Pc}{Pp} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

onde:

Ic: índice de compacidade;

Pc: perímetro de um círculo de área igual à do projeto

Pp: perímetro das paredes exteriores, em planta, do projeto.

O valor máximo do índice de compacidade é 100 e quanto mais próximo desse número, menores serão os custos de (MASCARÓ, 1985). A Tabela 2 ilustra esta variação de custos em função do índice de compacidade.

Tabela 2: Variação do custo de construção em função do índice de compacidade (Ic) do edifício (MASCARÓ, 1985).

<i>Forma da Planta</i>	<i>Superfície da Planta (índice)</i>	<i>Índice de Compacidade (Ic)</i>	<i>Custo de Construção (Libras/m²)</i>	<i>Variações de custo (%)</i>
	100	88,5%	90	100
	100	49,2%	108	114
	100	34,0%	112	124

Deste modo, foram calculados os índices de compacidade para apartamentos a fim de analisar a quantidade de paredes em relação à área privativa.

4 ESTUDOS DE CASOS

No presente trabalho foram calculados os índices de compacidade e densidade das paredes para diferentes de apartamentos, sendo que estes possuem área de até 70m². Tais apartamentos foram selecionados com base na quantidade de compartimentos que possuíam, chegando-se aos seguintes grupos:

- 2 dormitórios e 1 banheiro (2D+1B) : 26 projetos;
- 2 dormitórios e 2 banheiros (2D+2B): 1 projeto;
- 3 dormitórios e 1 banheiro (3D+1B): 4 projetos;
- 3 dormitórios e 2 banheiros (3D+2B): 5 projetos.

5 ANÁLISE DE DADOS

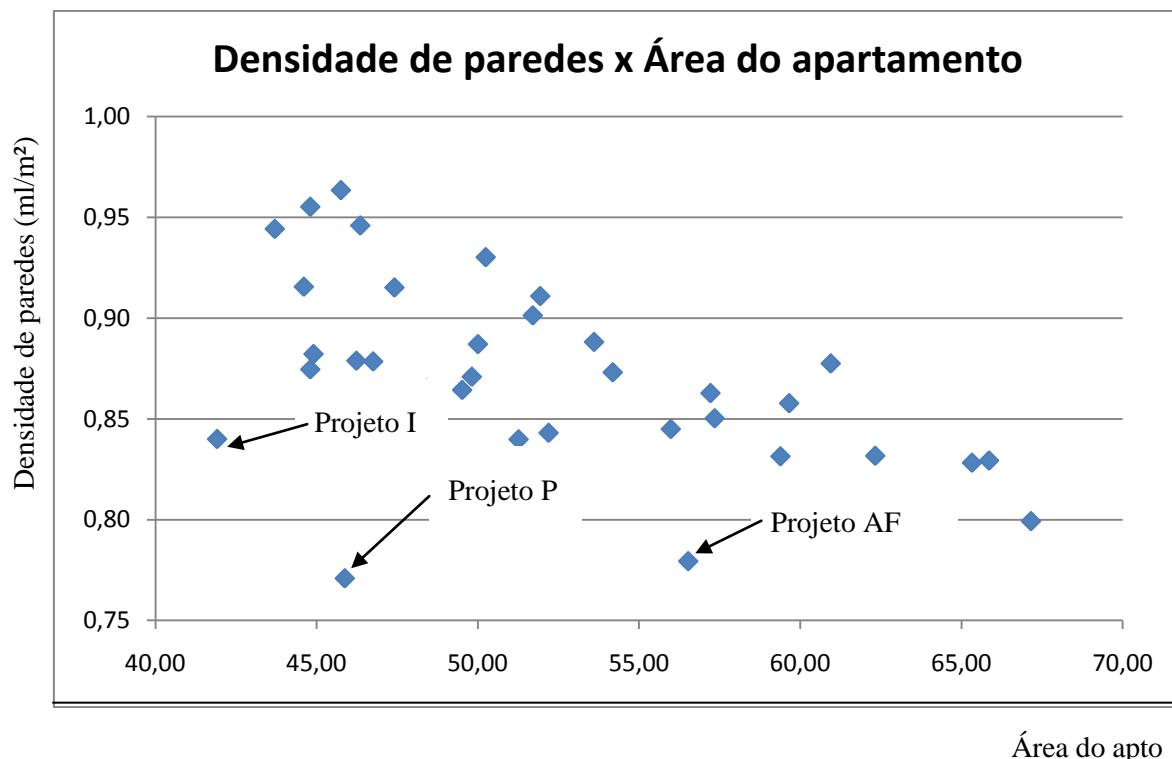
Os projetos foram analisados com o intuito de estabelecer uma relação entre os índices calculados e, a fim de facilitar a análise dos resultados obtidos, foi feita uma divisão de acordo com os seus ambientes. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos.

Tabela 3: Cálculo da compacidade e perímetro de parede

Tipologia	Projetos	Número	Área privativa	Compacidade	Densidade de paredes (ml/m ²)
2D+1B	A	01.1	44,80	60,54	0,87
2D+1B	B	02.1	44,80	55,43	0,96
2D+1B	C	03.1	49,51	58,27	0,86
2D+1B	D	04.1	53,60	54,50	0,89
2D+1B	E	05.1	47,41	56,24	0,92
2D+1B	F	06.1	46,35	55,03	0,95
2D+1B	G	07.1	46,75	59,00	0,88
2D+1B	H	08.1	54,18	55,15	0,87
2D+1B	I	09.1	41,91	64,99	0,84
2D+1B	J	10.1	52,19	58,19	0,84
2D+1B	K	11.1	50,24	53,75	0,93
2D+1B	L	12.1	44,90	59,95	0,88
2D+1B	M	13.1	48,41	58,89	0,87
2D+1B	N	14.1	48,45	61,25	0,83
2D+1B	O	15.1	44,60	57,96	0,92
2D+1B	P	16.1	45,87	67,88	0,77
2D+1B	Q	02.2	51,70	54,68	0,90
2D+1B	R	03.2	51,71	59,55	0,83
3D+2B	S	04.2	65,32	52,94	0,83
2D+1B	T	05.2	45,75	54,38	0,96
2D+1B	U	06.2	50,00	56,50	0,89
2D+1B	V	07.2	46,23	59,31	0,88
2D+2B	X	08.2	59,65	53,50	0,86
3D+1B	Z	10.2	59,38	55,32	0,83
2D+1B	AB	11.2	51,26	58,94	0,84
2D+1B	AC	13.2	49,81	57,66	0,87
2D+1B	AD	14.2	55,98	56,06	0,84
3D+1B	AE	15.2	57,21	54,31	0,86
3D+1B	AF	16.2	56,52	60,49	0,78
3D+2B	AG	02.3	62,32	53,98	0,83
3D+2B	AH	05.3	65,85	52,66	0,83
3D+1B	AI	06.3	57,34	55,04	0,85
3D+2B	AJ	07.3	60,94	51,74	0,88
3D+2B	AK	08.3	67,15	54,11	0,80
2D+1B	AL	11.3	51,93	53,99	0,91

Através desta tabela foi construído o Gráfico 1, que se refere à densidade de paredes em relação à área do apartamento.

Gráfico 1: Densidade de paredes (ml/m²) por área do apartamento



Analisando os resultados obtidos percebe-se que há uma relação inversamente proporcional entre a densidade de paredes e a área do apartamento, assim, quanto maior for a área do apartamento, menor será a concentração de parede por metro quadrado.

Conforme a Figura 2, verifica-se que ambientes menores possuem maior concentração de parede por metro quadrado. Assim, é possível observar que a relação, na figura 2A, entre a quantidade de paredes e área é $(18/9)=2,0$ enquanto na figura 2B é $(24/16)=1,5$.

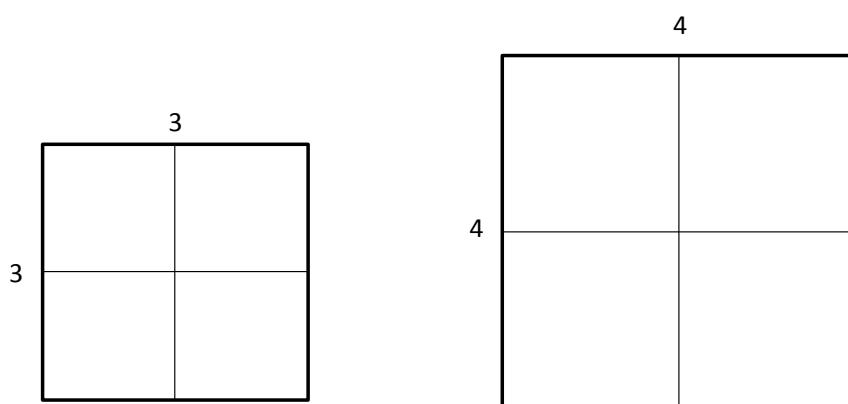


Figura 2: Relação entre área e a quantidade de paredes em ml.

Porém pode-se perceber que os projetos I, P e AF não seguem esta tendência, pois possuem pequena

área e baixa densidade de paredes, isto porque os seus índices de compacidade são: 64,99; 67,88 e 60,49, respectivamente, ou seja, são considerados altos em relação aos demais. Seus projetos estão nas Figura 3, Figura 4 e Figura 5.



Figura 3: Projeto I



Figura 4: Projeto P



Figura 5: Projeto AF

Na Figura 6, a primeira ilustração mostra um esquema de um projeto com um baixo índice de compacidade, assim a densidade de parede é alta: $(20/9)=2,22$ enquanto que na segunda ilustração, que possui menor compacidade, possui como densidade: $(12/9)=1,33$. Deste modo, no segundo caso haveria menor quantidade de parede por metro quadrado.

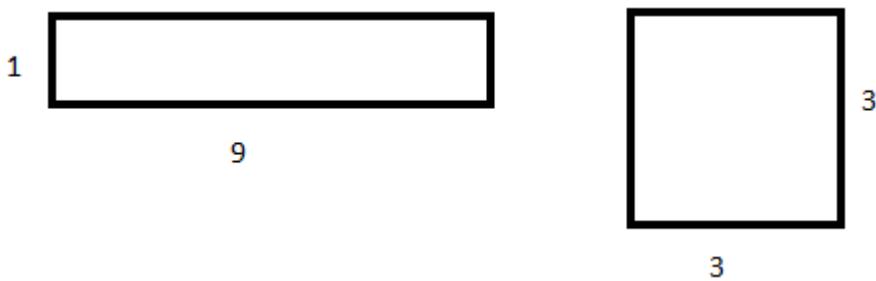


Figura 6: Índice de compacidade

Estas figuras explicam a razão dos projetos I, P e AF não seguirem a tendência esperada. São projetos que possuem uma alta compacidade, ou seja, eles possuem menos paredes/m² em relação a um projeto equivalente.

6 CONCLUSÕES

Verificou-se que, em fases iniciais do empreendimento, pode-se fazer uma análise de custo, em relação aos projetos arquitetônicos, através do estudo da quantidade de parede, pois este subsistema é responsável por aproximadamente 45% do custo da obra.

Deste modo, este trabalho identificou dois indicadores arquitetônicos que influenciam na quantidade de vedações verticais, são eles: a densidade de paredes e a compacidade.

A partir dos dados analisados, pode-se perceber que projetos com maior área privativa tendem a ter menor densidade de parede, ou seja, terão menor custo/m². Além disso, esta análise não deve ser feita isoladamente, pois a densidade de paredes depende também da compacidade, sendo que, projetos valores altos deste indicador terão menor quantidade de paredes por área e, consequentemente, menor custo.

Através de banco de dados de projetos em uma empresa, análises sobre a parametrização destes indicadores poderão ser feitas a fim de verificar a quantidade de vedações verticais durante a concepção do empreendimento. Deste modo, o presente trabalho auxilia o gestor na tomada de decisão, auxiliando a escolha entre diferentes tipologias de apartamentos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSUMPÇÃO, J.F. P.; FUGAZZA, A. E. C. **Execução de orçamento por módulos para obras de construção de edifícios.** Brasil - Salvador, BA. 2000. v.1 p.469-476 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico
- KATO, C.S.; SOUZA, U.E.L. **Comparação de métodos utilizados no prognóstico de custos de edifícios habitacionais: CUB e esimativa paramétrica.** In: Sibragec, 6º, 2009.
- LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos:** estudo de caso em uma empresa de construção. 1995. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- LOPES, G.M **Indicadores Geométricos da arquitetura de edifícios em alvenaria estrutural.** Brasil – In: Sibragec, 6º, 2009.
- MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um modelo de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações da indústria da construção civil – aplicação ao caso SINAPI/ Caixa Econômico Federal.** 2008. 165 p. Texto para Exame de Qualificação – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2008.
- MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas.** 2ª Ed. Revisão Ampliada. Porto Alegre:Sagra

Luzzatto, 1998. 180 p.

TCPO: tabelas de composição de preços para orçamentos. 13^a Edição. São Paulo: Pini, 2003, 441 p.