

ESTUDO DOS PROJETOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO - ESTUDO DE CASO

CARDOSO, Silvia Regina Maia (1); OHASHI, Eduardo Augusto Maués (2)

1) Eng. Civil, aluna da especialização em Engenharia Civil da UFPA, Tv. Angustura, 1401. Ap. 304-B, Pedreira. CEP: 66080-180, Belém – PA. E-mail:

romero@amazonline.com.br

2) Eng. Civil, mestrando da Escola Politécnica da USP, Rua Borges Lagoa, 710. Ap. 13, Vila Clementino. CEP: 04038-001, São Paulo – SP. E-mail: Ohashi@pcc.usp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é destacar a importância da fase de Projetos no processo da qualidade da construção tais como os conceitos de projeto, seus principais tipos, suas etapas, a influência na execução e entrega da obra, os recursos humanos envolvidos e seu controle da qualidade, bem como aplicar uma metodologia de análise de projeto. Os projetos são o ponto de partida para a concretização de um conjunto de aspirações do ser humano, e como tal, necessitam estar bem especificados, detalhados e completos de forma a garantir o sucesso do produto final e conseqüente satisfação do cliente. Uma forma resumida da metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico, é aplicada a um projeto de edificações na cidade de Belém - PA, para análise da relação custo/qualidade provenientes da geometria do projeto arquitetônico, e cujo resultado é comparado com um histórico de projetos, posicionando-o em um *ranking* de qualidade.

ABSTRACT

The main goal of this work is to emphasize the importance of the Design phase in the construction quality process such as the design concepts, its principal kinds, stages, the construction and delivery influence, the human resources involved and the quality control, as well as to apply a design analysis methodology. The designs are the starting point for making concrete a set of human aspirations, and so that they need to be well specified, detailed and complete in order to guarantee the success of the final product and the client satisfaction. A summarized form of the methodology to determine and to evaluate the quality and the cost of the geometric solution of the architectural project, it is applied in a building design in the city of Belém - PA, to analyse the relation cost/quality from the geometry of the architectural design, which result is compared with a historic of projects, positioning it in a ranking of quality.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho destaca a fase de Projetos como extremamente importante para o processo de qualificação da indústria da construção civil, cujos conceitos têm mudado nos últimos anos com o surgimento dos sistemas de qualidade.

Uma metodologia de análise de projeto é apresentada no trabalho, que relaciona o custo com a qualidade proveniente da geometria do projeto arquitetônico. No estudo de caso foi utilizado um projeto da cidade de Belém - PA, e comparado com um projeto considerado alvo¹, posicionando-o em um ranking de qualidade dentro um histórico de projetos analisados em Curitiba.

A metodologia foi proposta por Daniel das Neves Martins, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, denominada Metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico de um apartamento.

2. PROJETOS

A etapa de projeto é instrumento fundamental para a construção civil. Representa as idéias, a concepção, a representação real do elemento construtivo. Os Projetos devem ser elaborados a partir de programas claros, bem definidos e corretamente dimensionados, com conteúdos o mais abrangente possível, a fim de garantir sua verificação e coordenação em todas as etapas da construção.

Para MELHADO (1995), “Projeto é a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”.

Segundo CAMBIAGHI (1992) algumas pesquisas informam que o desperdício na construção civil no Brasil está em torno de 35% a 40% do custo da obra. Dentre os vários fatores que contribuem para esse problema, 70% se referem à falta de projetos adequados, ocasionando erros e falhas, serviços desmanchados e refeitos, que geram entulho, desperdícios de mão-de-obra, materiais e tempo.

Para PICCHI apud PICORAL (1995) “o projeto tem grande influência sobre os custos do edifício, através da grande possibilidade de alternativas, existentes nesta fase, onde poucas despesas foram realizadas: a medida que o empreendimento evolui, as possibilidades de influência no custo final do empreendimento diminuem sensivelmente”.

3. METODOLOGIA

Segundo MASCARÓ (1985), o custo total do edifício pode ser dividido em: planos horizontais (30%), planos verticais (40%), instalações em geral (25%) e canteiro de

¹ Projeto alvo é aquele que possui a máxima qualidade que se deseja alcançar.

obras e outros trabalhos (5%). O valor de 40% do custo total referente aos planos verticais é um valor médio, e depende basicamente:

- (a) dos materiais, componentes e sistemas construtivos empregados na construção, aumentando o custo do metro quadrado da parede;
- (b) do tamanho médio dos locais, que determina a quantidade média das paredes por metro quadrado construído; e
- (c) da forma dos compartimentos e do edifício, ou seja, do grau de compacidade, que influi decisivamente na quantidade média de paredes por metro quadrado construído.

A metodologia para a determinação do modelo de indicadores da qualidade geométrica do projeto arquitetônico proposta por MARTINS (1999), aqui apresentada de maneira simplificada, pretende avaliar parâmetros geométricos do projeto arquitetônico de uma habitação em edifício (apartamento), desenvolvido a partir dos atributos: área útil, perímetro externo e perímetro interno mobiliável. A aplicação do modelo matemático permite a realização de análises relacionadas a qualidade geométrica, aos custos e a relação entre custo/qualidade. A seguir, serão apresentados os índices do modelo de indicadores de qualidade geométrica do projeto arquitetônico proposto.

3.1 Índice da Qualidade Geométrica da Configuração Espacial (IQG)

Este índice é relativo a uma determinada condição desejada da qualidade requerida, representada pelo projeto alvo, obtido pela equação:

$$IQG = IKA/IKAaa$$

onde: IKA= índice de qualificação do arranjo físico;

IKAaa= índice de qualificação do arranjo físico;

$$IKA = IE + IKC$$

$$IKAaa = IEaa + IKCaa$$

onde: IE² = índice de espaciosidade do arranjo físico;

IKC³ = índice de qualificação da configuração;

IEaa = índice de espaciosidade do arranjo físico do projeto alvo;

IKCaa = índice de qualificação da configuração do projeto alvo.

Os valores dos índices acima calculados, para os 28 arranjos físicos avaliados, são mostrados na tabela em anexo.

² Quantidade de espaço disponível.

³ Obtido pela soma dos índices de qualificação interna e externa.

3.2 Índice da Qualidade Nominal (IQN)

Representa a relação entre a área nominal e a área útil, indicando as perdas em relação as condições estabelecidas como qualidade requerida, dado pela fórmula:

$$IQN = \frac{AN}{AP}$$

onde:

AN = área nominal, que é igual a área real menos as perdas devido ao desvio do produto em relação as condições estabelecidas como qualidade requerida, e é dado pela fórmula:

$$AN = AA \times (IQG)^3;$$

AP = área útil do apartamento.

3.3 Índice de Custo Geométrico do Projeto (ICG)

O ICG representa o valor do somatório dos custos referente a geometria do projeto arquitetônico, sendo esses custos referentes aos planos horizontal e vertical, calculado pela fórmula:

$$ICG = 0,454 + \frac{(C_2 \times PCI)}{AP} + \frac{(C_3 \times PEX)}{AP}$$

onde:

0,454 = índice de custo relativo do pano horizontal (45,4%);

C₃ = custo relativo das paredes externas (constante);

C₂ = custo relativo das paredes internas (constante);

PCI⁴ = paredes consumidas internamente;

PEX⁵ = perímetro externo.

⁴ Paredes consumidas internamente representam a quantidade de paredes efetivamente utilizadas internamente, ou seja, a quantidade de paredes internas mais a metade do perímetro interno comum.

⁵ Perímetro externo é igual ao contorno da parede externa em contato com o meio ambiente.

3.4 Índice de custo qualidade (ICQ)

Representa a relação entre o custo da produto e sua qualidade em relação ao projeto alvo, através da fórmula:

$$\text{ICQ} = \frac{\text{ICG}}{\text{IQN}}$$

onde:

ICG = Índice de Custo Geométrico;

IQN = Índice de Qualidade Nominal.

4. ESTUDO DE CASO

Foi utilizado um projeto de Belém – PA, com as seguintes características: três quartos, sendo dois suítes e um suíte master; sala estar/jantar; lavabo; copa/cozinha; área de serviço e; dependência completa de empregada.

A partir da geometria do projeto arquitetônico, foram extraídos os seguintes atributos geométricos:

ATRIBUTOS GEOMÉTRICOS

| AP | PA | PEX | PCI |
|--------|-------|-------|-------|
| 112,08 | 133,4 | 32,21 | 64,56 |

Onde:

AP = Área útil;

PA⁶ = Perímetro aproveitável;

PEX = paredes externas;

PCI = Paredes consumidas internamente.

5. RESULTADOS

O resultado do cálculo dos índices de qualidade geométrica encontram-se resumidos na tabela em anexo.

O Índice de Qualidade Geométrica (IQG) calculado para o projeto de Belém apresentou um valor elevado quando comparado com a qualidade requerida a qual é representada pelo projeto alvo número 28⁷ da amostra Curitiba. Este valor depende fundamentalmente da área útil, ou seja, quanto maior a área maior será o valor de IQG.

⁶ Perímetro aproveitável é igual ao perímetro interno menos o perímetro não-mobiliável.

⁷ Qualquer projeto pode ser adotado como alvo.

Quando do modelo do Índice de Qualidade Nominal (IQN), apresentou-se com uma boa classificação, o que representa que este possui poucas perdas em relação a qualidade requerida.. Pode-se, dessa forma, verificar que a determinação da qualidade nominal é importante uma vez que ela representa a área efetivamente utilizada, levando em consideração as perdas.

O Índice de Custo Geométrico (ICG) permite avaliar os custos dos planos horizontal (área do apartamento) e plano vertical (paredes internas e externas) a partir dos dados geométricos do projeto. No caso do projeto de Belém verificou-se que este índice apresenta-se baixo comparado aos demais projetos, representando, dessa forma, que este possui um baixo custo.

O ICQ representa a relação do custo do produto pela qualidade alcançada. De acordo com a análise comparativa, o Índice de Custo do projeto de Belém apresentou um valor baixo, representando um bom índice, ou seja, baixos custos provenientes da geometria. Por outro lado, seu Índice de Qualidade Nominal também indicou uma boa qualidade alcançada, comparativamente com outras amostras de Curitiba. Entretanto, quando o projeto foi analisado através da relação custo/qualidade, a amostra Belém ficou classificado na 3ª posição em relação aos demais projetos de Curitiba, caracterizando um índice de 0,8366.

Portanto, a partir dos valores obtidos através dos índices de qualidade, pôde-se concluir que o projeto Belém é um projeto com baixo custo, bem como uma qualidade considerável.

6. CONCLUSÃO

A fase de projetos tem sido identificada como elemento fundamental para o sucesso do empreendimento na construção civil, sendo portanto assunto amplamente discutido em estudos e pesquisas.

O presente trabalho buscou trazer uma contribuição sobre importância em se ter projetos bem elaborados, especificados e completos, de modo que possam estar no momento certo disponíveis no canteiro, garantindo sua exequibilidade durante o processo de construção.

Muitos dos problemas ocorridos em obra poderiam ser reduzidos ou eliminados se os projetos fossem elaborados de forma correta, bem compatibilizados e coordenados, ou com o acompanhamento do projetista durante a fase de execução de seu projeto na obra.

Quanto a metodologia utilizada para análise de projeto, denominada Metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico de um apartamento, trata da relação entre os custos e a qualidade provenientes da geometria do projeto arquitetônico.

Foi aplicada em um projeto de Belém, no qual foram utilizados índices de qualidade geométrica (IQG, IQN, ICG e ICQ), e comparado a um conjunto de amostras de Curitiba.

Esta metodologia é uma valiosa ferramenta de análise de projeto, que objetiva auxiliar o projetista na análise, avaliação e otimização da solução do arranjo físico de um apartamento, bem como na consecução de uma estratégia de obtenção de análises de

novas alternativas de solução, segundo MARTINS (1999), e que pode ser analisada sobre três enfoques distintos:

Primeiro, o projetista de posse dos dados obtidos da metodologia ainda na fase de projetos, pode avaliar e identificar as causas da não-qualidade do projeto e sua relação com o custo, propondo modificações na geometria, por exemplo diminuindo o confinamento⁸ dos ambientes e/ou aumentando o perímetro mobiliável, de maneira que relação custo/qualidade possa melhor atender as necessidades dos clientes.

Segundo, caso não seja possível alterar o projeto arquitetônico, o empreendedor, de posse dos dados obtidos a partir da metodologia, tem que traçar estratégias empresariais e de marketing para garantir o sucesso na comercialização do empreendimento.

E por fim, o cliente é afetado principalmente pelo custo do produto, pois é ele quem irá pagar mais ou menos pela qualidade percebida. Por exemplo, no caso do projeto Belém, ele tem a opção de pagar por um produto mais barato, ou buscar outras opções no mercado que ofereçam soluções com uma qualidade superior, porém a um preço também maior.

O grande desafio é se obter um produto com maior nível de qualidade a um menor custo possível, uma vez que o custo tende a aumentar a medida que a qualidade cresce. Por isso, deve-se buscar soluções que permitam arranjos físicos mais otimizados de forma que se preserve a qualidade de vida em um ambiente saudável (com ampla ventilação e iluminação, por exemplo) a custos relativamente baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMBIAGHI, Henrique. **Projeto e obra no difícil caminho da qualidade.** SINDUSCON – Sindicato da Construção Civil: Planejamento e Construção, ano 4, jun. 1992.
- GUS, Márcio. **Um modelo para a gestão da qualidade na etapa de projeto.** In: Métodos e Ferramentas para a Gestão da Qualidade e Produtividade na Construção Civil. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1997.
- MARTINS, Daniel das Neves. **Metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico de apartamento.** Florianópolis: UFSC, 1999. Tese de doutorado.
- MASCARÓ, Juan Luis. **O custo das decisões arquitetônicas.** São Paulo: Nobel, 1985.
- MELHADO, Silvio Burratino; AGOPYAN, Vahan. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.** São Paulo: EPUSP - BT/PCC/139, 1995.
- PICORAL, Rosana B.; SOLANO, Renato S. **Qualidade de projeto: uma contribuição aos procedimentos de coordenação.** In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 1995, v. 1, p. 295-300.

⁸ Confinamento é a condição onde os ambientes não estão em contato com o meio exterior, diminuindo a qualidade do produto (apartamento) em termos de iluminação, ventilação e insolação.

ANEXO

Índices de Qualidade Geométrica do Projeto Arquitetônico

Amostra Curitiba – Projetos 01 a 28

Amostra Belém – Projeto 27

| Projeto | AP | IE | IKE | IKI | IKC | IKA | IQG | IQN | CLQ | ICG | CLC | ICQ | CLCQ |
|---------|--------|-------|------|------|------|-------|--------|--------|-----|--------|-----|--------|------|
| 1 | 51,00 | 8,16 | 1,2 | 5,18 | 0,72 | 8,87 | 0,7663 | 0,9712 | 19 | 0,876 | 11 | 0,9012 | 12 |
| 2 | 53,10 | 8,27 | 1,2 | 5,54 | 0,75 | 9,02 | 0,7789 | 0,9797 | 16 | 0,903 | 20 | 0,9208 | 18 |
| 3 | 58,30 | 8,53 | 1,1 | 5,17 | 0,70 | 9,23 | 0,7972 | 0,9565 | 27 | 0,844 | 7 | 0,8813 | 11 |
| 4 | 60,40 | 8,63 | 1,5 | 5,53 | 0,78 | 9,41 | 0,8128 | 0,9785 | 18 | 0,963 | 27 | 0,9836 | 27 |
| 5 | 62,00 | 8,71 | 1,9 | 5,77 | 0,85 | 9,56 | 0,8257 | 0,9993 | 2 | 1,0000 | 28 | 1,0000 | 28 |
| 6 | 65,70 | 8,88 | 1,9 | 5,51 | 0,83 | 9,71 | 0,8384 | 0,9873 | 10 | 0,951 | 26 | 0,9628 | 26 |
| 7 | 66,90 | 8,93 | 1,4 | 5,51 | 0,77 | 9,70 | 0,8379 | 0,9680 | 22 | 0,888 | 13 | 0,9170 | 18 |
| 8 | 69,00 | 9,02 | 1,4 | 5,91 | 0,82 | 9,84 | 0,8498 | 0,9789 | 17 | 0,891 | 15 | 0,9092 | 17 |
| 9 | 69,70 | 9,05 | 0,8 | 5,64 | 0,72 | 9,78 | 0,8443 | 0,9504 | 28 | 0,778 | 1 | 0,8184 | 1 |
| 10 | 70,30 | 9,08 | 1,9 | 5,91 | 0,88 | 9,96 | 0,8596 | 0,9947 | 5 | 0,95 | 25 | 0,9548 | 24 |
| 11 | 73,80 | 9,23 | 2 | 6,09 | 0,91 | 10,14 | 0,8752 | 1,0000 | 1 | 0,865 | 10 | 0,8641 | 6 |
| 12 | 75,40 | 9,29 | 1,2 | 6,48 | 0,85 | 10,15 | 0,8761 | 0,9818 | 15 | 0,838 | 5 | 0,8530 | 5 |
| 13 | 75,60 | 9,30 | 1,8 | 5,96 | 0,86 | 10,16 | 0,8776 | 0,9842 | 13 | 0,89 | 14 | 0,9034 | 13 |
| 14 | 76,50 | 9,34 | 2 | 6,16 | 0,91 | 10,25 | 0,8849 | 0,9972 | 4 | 0,949 | 24 | 0,9505 | 23 |
| 15 | 80,10 | 9,48 | 1,8 | 5,66 | 0,83 | 10,32 | 0,8907 | 0,9712 | 20 | 0,915 | 21 | 0,9416 | 22 |
| 16 | 83,00 | 9,60 | 1,9 | 5,42 | 0,82 | 10,41 | 0,8992 | 0,9641 | 24 | 0,902 | 19 | 0,9347 | 21 |
| 17 | 84,70 | 9,66 | 2,00 | 6,20 | 0,92 | 10,58 | 0,9134 | 0,9902 | 7 | 0,916 | 22 | 0,9242 | 20 |
| 18 | 85,70 | 9,70 | 1,4 | 5,87 | 0,81 | 10,51 | 0,9077 | 0,9605 | 26 | 0,838 | 6 | 0,8721 | 8 |
| 19 | 92,40 | 9,95 | 1,9 | 6,54 | 0,94 | 10,88 | 0,9398 | 0,9890 | 8 | 0,895 | 18 | 0,9044 | 15 |
| 20 | 101,10 | 10,25 | 1,8 | 6,69 | 0,95 | 11,20 | 0,9670 | 0,9844 | 12 | 0,878 | 12 | 0,8913 | 10 |
| 21 | 101,30 | 10,26 | 2 | 6,6 | 0,96 | 11,21 | 0,9681 | 0,9860 | 11 | 0,892 | 16 | 0,9042 | 14 |
| 22 | 101,60 | 10,27 | 2,1 | 6,87 | 1,00 | 11,27 | 0,9728 | 0,9972 | 3 | 0,921 | 23 | 0,9225 | 19 |
| 23 | 103,70 | 10,34 | 1,8 | 7,07 | 0,99 | 11,33 | 0,9781 | 0,9934 | 6 | 0,863 | 9 | 0,8680 | 7 |
| 24 | 108,40 | 10,49 | 1,4 | 6,73 | 0,91 | 11,40 | 0,9843 | 0,9683 | 21 | 0,808 | 2 | 0,8333 | 2 |
| 25 | 108,80 | 10,50 | 1,8 | 6,21 | 0,89 | 11,40 | 0,9840 | 0,9638 | 25 | 0,818 | 3 | 0,8476 | 4 |
| 26 | 110,00 | 10,54 | 2 | 6,82 | 0,99 | 11,53 | 0,9956 | 0,9875 | 9 | 0,894 | 17 | 0,9051 | 16 |
| 27 | 112,08 | 10,61 | 1,5 | 7,24 | 0,97 | 11,58 | 1,0000 | 0,9822 | 14 | 0,822 | 4 | 0,8366 | 3 |
| 28 | 113,40 | 10,65 | 1,9 | 6,29 | 0,91 | 11,56 | 0,9980 | 0,9649 | 23 | 0,847 | 8 | 0,8772 | 9 |

Onde:

PROJ: Projeto

AP: Área útil

IQG: Índice de Qualidade Geométrica

IQN: Índice de Qualidade Nominal

IE: Índice de espaciosidade

IKE: Índice de qualificação da configuração externa

CLQ: Classificação da Qualidade Nominal

ICG: Índice de Custo Geométrico

CLC: Classificação do Custo

ICQ: Índice de Custo Qualidade

CLCQ: Classificação Custo Qualidade

IKI: Índice de qualificação da config. externa

IKC: Índice de qualificação da configuração