

INDICADORES DE PROJETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL NO PIAUÍ

AILTON SOARES FREIRE^{1*}, TERCIANA NAYALA FEITOSA DE CARVALHO²; CARLOS RENÊ GOMES FERREIRA³; ARACI DE OLIVEIRA PARENTE SOUSA⁴; RONILDO BRANDÃO DA SILVA⁵.

¹MSc. Professor Pesquisador, IFPI, Teresina-PI, ailton.freire@ifpi.edu.br

²Professora Pesquisadora, IFPI, Teresina- PI, terciana.carvalho@ifpi.edu.br

³MSc Professor Pesquisador, IFPI, Teresina-PI, crgferreira@ifpi.edu.br

⁴Professora Pesquisadora, IFMA, Timon- MA, araciparente@gmail.com

⁵Professor Pesquisador, IFPI, Teresina- PI, ronildobs@ifpi.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016–Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho identificou e quantificou indicadores de projeto para edifícios em alvenaria estrutural no estado do Piauí. Foram analisados oito projetos no sistema construtivo em alvenaria estrutural na tipologia arquitetônica de até 04 pavimentos. Estes projetos eram de edificações residenciais multifamiliar com quatro apartamentos por pavimento e sem pilotis, que serão erguidos na cidade de Teresina no estado do Piauí. Os índices calculados podem propiciar a identificação de fatores da edificação e critérios de projetos que contribuem para a elevação ou para a redução no consumo de materiais, assim, poderão constituir-se em parâmetros de referência e de aferição de projetos em desenvolvimento. Entende-se que, para o caso de edifícios em alvenaria estrutural no estado do Piauí, as informações conseguidas sobre os vários índices identificados e quantificados são inexistentes.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria estrutural, Indicadores, Piauí.

PROJECT INDICATORS FOR STRUCTURAL MASONRY IN PIAUÍ

ABSTRACT: This study identified and quantified project indicators for buildings in structural masonry in the state of Piauí. Eight projects were analyzed in the building system in structural masonry in architectural typology of up to 04 floors. These projects were multi-family residential buildings with four apartments per floor and no pillars, which will be erected in the city of Teresina in the state of Piauí. The calculated indices can provide the identification of factors and criteria of building projects that contribute to the increase or reduction in the consumption of materials, and may be in benchmarks and benchmarking projects in development. It is understood that, in the case of buildings in structural masonry in the state of Piauí, the information obtained about the various identified and quantified indices are non-existent.

KEYWORDS: Structural masonry, Indicators, Piauí.

INTRODUÇÃO

No passar dos últimos anos a atividade da construção civil, subsector edificações, tem avançado rapidamente, e os empreendimentos têm se tornado cada vez mais numerosos, basta observarmos a nossa volta em algumas das principais cidade de nosso país. Assim, para a implantação e colocação desses empreendimentos no mercado, torna-se essencial melhorar a eficácia e eficiência dos processos envolvidos na construção do edifício.

A preocupação da qualidade é essencial para a implantação e colocação no mercado desses empreendimentos e a alvenaria estrutural torna-se um sistema construtivo atrativo nesta busca pela relação custo x qualidade, visto que é um sistema construtivo racionalizado.

Apesar da utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural já ser bastante difundido pelo mundo e ter chegado ao Brasil há certo tempo, a primeira construção é a do Central Parque da

Lapa, um conjunto de edifícios em alvenaria estrutural construído em 1972 na cidade de São Paulo. No Piauí o início ainda é bem recente, os primeiros edifícios data de 2003, com a construção de 144 unidades habitacionais (9 blocos com 16 apartamentos), utilizando bloco cerâmico produzidos pela Cerâmica Mafrense (MENDES e ANDRADE, 2006) utilizados em alguns edifícios financiados pela Caixa Econômica Federal, a partir do Programa de Arrendamento Residencial – PAR.

Vários trabalhos são encontrados na literatura com relação ao uso de indicadores na construção civil, dentre eles temos: Kaplan e Norton (1997); Oliveira (1999); Lantelme, Formoso e Tzorzopoulos (2001); Novaes (2001); Costa (2003); Freire e Parsekian (2006); Freire (2007); Parsekian, Alcântara Junior, Lopes, Blanco, Freire, Dias, Campos (2011).

Portanto, a questão principal de pesquisa deste trabalho foi a identificação e quantificação de indicadores de projeto para edifícios em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos no estado do Piauí.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia

Este trabalho foi realizado a partir de uma pesquisa exploratória através da técnica de análise documental, sobre projetos no sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos para edifícios residenciais multifamiliar.

Foram analisados oito projetos estruturais na tipologia arquitetônica de até 04 pavimentos, a partir dos quais são quantificados dados relativos à caracterização de cada edificação e ao consumo de diferentes materiais.

A escolha dos projetistas ocorreu em decorrência dos seguintes critérios: Que este tenha algumas das certificações de qualidade (ISO, qualihab, SIQ-C do PBQP-H); relacionamento do projetista com o meio acadêmico ou reconhecimento profissional no setor de construção civil no estado de Piauí.

Foram utilizadas duas planilhas inicialmente, uma para a coleta dos dados a partir dos projetos analisados e outra que aplicará os dados da primeira planilha para a determinação dos índices de projeto.

Posteriormente foi realizado a análise e consolidação dos dados, momento em que a planilha de coleta dos dados foi tratada e transformada na planilha contendo os índices de projeto para cada um dos edifícios, ou seja, a relação entre dados de um mesmo edifício.

A partir desses índices calculados para cada edifício foi feita a média aritmética entre todos os oito índices de um mesmo item gerando um número, que foi denominado de indicador de projeto.

Uma tabela foi montada com estes resultados calculados e foi denominada de tabela dos indicadores de projetos, gerando resultados para elaboração dos dados constantes na análise final do trabalho.

Desenvolvimento da pesquisa

Foram determinados para cada empreendimento os índices de projeto, que é a relação entre dados de um mesmo empreendimento. A partir desses índices foi feita a média aritmética entre todos, que aqui chamamos de indicadores.

Estes indicadores estão descritos abaixo:

- ◆ Índice de cargas (KN/un) - Razão entre o somatório das reações nas estacas e o número de estacas.
- ◆ Índice de cargas por área (m^2/KN) - Razão entre a área do pavimento tipo o somatório das reações nas estacas.
- ◆ Índice de estaca (m^2/un) - Razão entre a área do pavimento térreo o número de estacas.
- ◆ Índice de armadura em vigas baldrame (kg/m^3) - Razão entre o consumo de aço em viga baldrame e o volume das vigas de fundação.
- ◆ Índice de forma em viga baldrame (m^2/m^2) - Razão entre a área de formas em vigas baldrame e a área do pavimento térreo.
- ◆ Índice de concreto em viga baldrame (m^3/ m^2) - Razão entre o volume das vigas de fundação pela área do pavimento térreo.

- ◆ Índice de forma no pavimento térreo (m^2/m^2) - Razão entre a área de forma do pavimento térreo e área do pavimento térreo.
- ◆ Índice de forma no pavimento tipo (m^2/m^2) - Razão entre a área de forma do pavimento tipo e área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de aço em parede-térreo (kg/m) - Razão entre o consumo de aço em paredes do pavimento térreo e o perímetro de parede estrutural do pavimento térreo.
- ◆ Índice de aço em parede-tipo (kg/m) - Razão entre o consumo de aço em paredes do pavimento tipo e o perímetro de paredes estruturais do pavimento tipo.
- ◆ Índice de aço em parede-térreo por área (kg/ m^2) - Razão entre o consumo de aço em paredes do pavimento térreo e a área de parede do pavimento térreo.
- ◆ Índice de aço em parede-tipo por área (kg/ m^2) - Razão entre o consumo de aço em paredes do pavimento tipo e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de aço em laje (kg/ m^2) - Razão entre o consumo de aço em laje do pavimento tipo e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de aço na escada (kg/ m^2) - Razão entre o consumo de aço na escada pela área da escada.
- ◆ Índice de alvenaria estrutural (m/ m^2) - Razão entre o perímetro de paredes estruturais e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de alvenaria não-estrutural (m/ m^2) - Razão entre o perímetro de paredes nãoestruturais e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de área de alvenaria estrutural (m^2/m^2) - Razão entre a área de paredes estruturais (perímetro x pé-direito) e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de área de alvenaria não-estrutural (m^2/m^2) - Razão entre o perímetro de paredes não-estruturais (perímetro x pé-direito) e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de escada (m^2/m^2) - Razão entre a área da escada e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de graute em cinta de respaldo (m^3/m) - Razão entre o volume de graute horizontal - respaldo e o perímetro de paredes estruturais.
- ◆ Índice de graute em cinta a meia-altura (m^3/m) - Razão entre o volume de graute horizontal-meia altura e o perímetro de paredes estruturais.
- ◆ Índice de graute horizontal (m^3/m) - Razão entre o volume de graute horizontal (respaldo + meia-altura) e o perímetro de paredes estruturais.
- ◆ Índice de graute vertical (m^3/m) - Razão entre o volume de graute vertical e o perímetro de paredes estruturais.
- ◆ Índice de graute em cinta de respaldo por área (m^3/m^2) - Razão entre o volume de graute horizontal-respaldo e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de graute em cinta a meia altura por área (m^3/m^2) - Razão entre o volume de graute horizontal-respaldo e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de graute horizontal por área (m^3/m^2) - Razão entre o volume de graute horizontal (respaldo+meia altura) e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de graute vertical por área (m^3/m^2) - Razão entre o volume de graute vertical e a área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de blocos inteiros (un/m^2) - Razão entre o número de blocos inteiros pela área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de meio-bloco (un/m^2) - Razão entre o número de meio-bloco pela área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de bloco especial (un/m^2) - Razão entre o número de blocos especial pela área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de bloco canaleta (un/m^2) - Razão entre o número de blocos canaleta pela área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de meia-canaleta (un/m^2) - Razão entre o número de meia-canaleta pela área do pavimento tipo.
- ◆ Índice de meio-bloco por bloco inteiro (%) - Razão entre o número de meio-bloco por blocos inteiros multiplicado por 100.
- ◆ Índice de bloco especial por bloco inteiro (%) - Razão entre o número de blocos especiais por blocos inteiros multiplicado por 100.

- ♦ Índice de bloco canaleta por bloco inteiro (%) - Razão entre o número de bloco canaleta por blocos inteiros multiplicado por 100.
- ♦ Índice de meia-canaleta por bloco inteiro (%) - Razão entre o número de meia-canaleta por blocos inteiro multiplicado por 100.

Neste momento a pesquisa encontra-se na fase quantificação dos índices de projeto e determinação dos indicadores (Tabela 1), com dados coletados a partir dos oito projetos em alvenaria estrutural selecionados entre os projetistas em estrutura, com trabalhos no Piauí e que obedeceram aos critérios propostos neste trabalho para a seleção dos mesmos.

Tabela 1 – Indicadores de projeto na tipologia de até 04 pavimentos com bloco cerâmico

INDICADORES	REFERÊNCIA	UNIDADE	MÉDIA
Índice de cargas por estaca	n° de estacas	kN/un	174
Índice de cargas por área total do edifício	Pav. fundação	kN/m ²	9,85
Área de influência de estaca	Pav. fundação	m ² /un	3,4
Taxa de aço por volume de concreto em vigas baldrame	Volume das vigas	kg/m ³	92,3
Índice de forma em viga baldrame	Pav. fundação	m ² /m ²	0,8
Espessura média em viga baldrame	Pav. fundação	m ³ /m ²	0,08
Índice de forma no pavimento térreo	Pav. Térreo	m ² /m ²	1,1
Índice de forma no pavimento tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	0,9
Taxa de aço por comprimento linear de alvenaria do pav.terreo	Pav. Térreo	kg/m	1,6
Taxa de aço por comprimento linear de alvenaria do pav.tipo	Pav. Tipo	kg/m	1,5
Taxa de aço em alvenaria por área do pav. terreo	Pav. Térreo	kg/m ²	1,3
Taxa de aço em alvenaria por área do pav. tipo	Pav. Tipo	kg/m ²	1,2
Taxa de aço em laje do pav. tipo por volume de concreto	Pav. Tipo	kg/m ³	42,5
Taxa de aço na escada do pav.tipo por volume de concreto	Área da escada	kg/m ³	113,6
Índice linear de alvenaria estrutural por área do pav.tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	2,2
Índice linear de alvenaria não-estrutural por área do pav.tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	0,12
Índice de área de alvenaria estrutural por área do pav.tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	2,2
Índice de área de alvenaria não-estrutural por área do pav.tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	0,15
Índice de área de escada por área do pav.tipo	Pav. Tipo	m ² /m ²	0,1
Índice de graute por comprimento linear de cinta de respaldo	Paredes estruturais	m ³ /m	0,016
Índice de graute por comprimento linear de cinta a meia altura	Paredes estruturais	m ³ /m	0,07
Índice de graute por comprimento linear de cinta horizontal	Paredes estruturais	m ³ /m	0,022
Índice de graute vertical por comprimento linear de alvenaria	Paredes estruturais	m ³ /m	0,017
Índice de graute em cinta de respaldo por área do pav. tipo	Pav. Tipo	m ³ /m ²	0,012
Índice de graute em cinta a meia altura por área do pav. tipo	Pav. Tipo	m ³ /m ²	0,005
Índice de graute horizontal por área do pav. tipo	Pav. Tipo	m ³ /m ²	0,02
Índice de graute vertical por área do pav. tipo	Pav. Tipo	m ³ /m ²	0,012
Índice de blocos inteiros por área do pav.tipo	Pav. Tipo	un/m ²	19,2
Índice de meio-bloco por área do pav.tipo	Pav. Tipo	un/m ²	1,85
Índice de bloco especial por área do pav.tipo	Pav. Tipo	un/m ²	2,5
Índice de bloco canaleta por área do pav.tipo	Pav. Tipo	un/m ²	3,5
Índice de bloco mei-canaleta por área do pav.tipo	Pav. Tipo	un/m ²	0,4
Índice de meio-bloco por bloco inteiro	Blocos inteiros	%	11
Índice de bloco especial por bloco inteiro	Blocos inteiros	%	15,5
Índice de bloco canaleta por bloco inteiro	Blocos inteiros	%	19,8
Índice de meia-canaleta por bloco inteiro	Blocos inteiros	%	2,2

Este artigo faz parte de um projeto de pesquisa desenvolvido em três grandes etapas: levantamento e construção dos indicadores, análise dos indicadores obtidos e divulgação dos resultados.

A etapa a seguir será a análise dos indicadores de projetos obtidos para uma formatação final dos mesmos e a divulgação dos resultados alcançados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro da pequena amostra analisada neste trabalho, é possível perceber que alguns indicadores tendem a seguir um determinado padrão, independente do projetista, dentre estes indicadores temos: índice de carga por estaca (kN/und.), espessura média em viga baldrame (m³/m²), índice de área de escada por área do pavimento tipo (m²/m²).

Dois dos indicadores encontrados estão relativamente próximo ao esperado para estruturas convencionais de concreto, que são a taxa de aço por volume de concreto em vigas baldrame com um valor médio de 92,3 kg/m³ contra o esperado de 100 kg/m³ e taxa de aço em laje do pavimento tipo por volume de concreto 42,5 kg/m³ contra o esperado de 50 kg/m³.

Um fator interessante a destacar é que mesmo em projetos realizados pelo mesmo escritório pode haver variações entre os indicadores determinados, este fato deve-se a influencia do cliente na adoção de determinados fatores a influenciar o projeto.

Na continuação desta pesquisa, será realizada a análise dos indicadores obtidos para uma completa comparação com os indicadores levantados na bibliografia, na recomendação dos fabricantes ou na determinação de projetistas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Piauí, através do Projeto PIBICjr, pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Freire, A. S.; Parsekian, G. A. Indicadores de Projeto para Edifícios em Alvenaria Estrutural. Revista Técnica:Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, n. 143, p. 48-52, fev. 2009.
- Lantelme, E. M. V.; Formoso, C. T.; Tzorzopoulos, P. Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processos em Empresas de Pequeno Porte. Sistema de indicadores de produtividade para construção civil. Vol 2, Porto Alegre: UFRGS/PPGEC/NORIE, 2001. 98 p.
- Mendes, P de. T.C.; Andrade, A. A. Alvenaria estrutural com blocos estruturais cerâmicos. □ In: Inovação Tecnológica na Construção Habitacional / Editores Luís Carlos Bonin [e] Sérgio Roberto Leusin de Amorim. — Porto Alegre : ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 6).
- Parsekian, G. A.; Alcantara, JUNIOR, P. S. B.; Lopes, G. M.; Blanco, R.; Freire, A. S.; Dias, T. C. M.; CAMPOS, A. P. Sistema On-line de indicadores de projeto em edifícios de alvenaria estrutural – Benchmark. Revista Gestão & Tecnologia de projetos, São Paulo, v. 06, n.01, p. 15-31, maio, 2011.