

ARTIGO

» **Racionalização de alvenaria: avaliação quantitativa**

Não raras vezes, costuma-se imputar ao processo construtivo tradicional com vedações verticais em alvenaria a responsabilidade por gerar elevados desperdícios nos



Figura 1 - Alvenaria de vedação: a) tradicional - desperdício, sujeira e tijolos assentados quebrados; b) racionalizada - organização e redução de perdas e de consumo

canteiros de obras, além de expressiva parcela de problemas patológicos das edificações. No entanto, o emprego mais recente de medidas de racionalização construtiva tem sido utilizado como um importante elemento na estratégia das empresas construtoras.

Particularmente, a racionalização construtiva por meio das alvenarias de vedação do edifício tem-se tornado um diferencial para se alcançar o sucesso neste cenário de competição do mercado.

As paredes de alvenaria são os elementos mais frequentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo muitas vezes responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios (as perdas de tijolos/blocos estão comumente entre 15% e 20%).

A figura 1 ilustra características dos elementos das alvenarias de vedação tradicional e racionalizada.

Pela racionalização das alvenarias de vedação é possível a redução de custos, o aumento de produtividade e a própria diminuição de patologias no conjunto das esquadrias e das instalações hidrossanitárias e nos revestimentos, os quais, juntos, certamente influenciam de 20% a 40% do custo total dos edifícios.

Dentro desse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento e a implantação de uma metodologia de avaliação quantitativa do potencial de racionalização das alvenarias de vedação em edifícios de múltiplos pavimentos pelo desenvolvimento de indicadores de desempenho.

Pesquisa

A metodologia adotada para a consecução do trabalho foi dividida em quatro etapas:

n Etapa 1: desenvolvimento da metodologia piloto de avaliação pela elaboração de um questionário contendo os requisitos mais relevantes à racionalização da alvenaria de vedação, cuja ponderação foi estabelecida de acordo com o grau de relevância atribuído nas referências sobre o assunto

n Etapa 2: aplicação da metodologia piloto em nove obras de empresas construtoras da cidade do Recife durante o período de três meses

n Etapa 3: adaptação e aprimoramento da metodologia piloto pela pesquisa junto a três empresas construtoras para o refino da ponderação

n Etapa 4: aplicação da metodologia adaptada em duas obras de empresas construtoras da cidade do Recife durante o período de seis meses

Resultados obtidos em cada etapa

1ª etapa: desenvolvimento da metodologia piloto de avaliação

Foram estabelecidos os seguintes requisitos de avaliação (*tabela 1*): materiais e componentes da alvenaria, recebimento e armazenamento de materiais, serviço de alvenaria, mão de obra, projeto e execução da alvenaria de vedação.

Os seguintes indicadores de desempenho foram utilizados:

I_{RA} (Indicador de Racionalização Atual): expressão quantitativa do atual estágio da tecnologia construtiva da alvenaria de vedação da obra

I_{PR} (Indicador do Potencial de Racionalização): expressão quantitativa do potencial de melhoria da tecnologia construtiva da alvenaria de vedação

As equações 1 e 2 expressam o modelo desenvolvido para os indicadores.

$$I_{RA} = (I_1.$$

$$P_1 + I_2.P_2 + I_3.P_3 + I_4.P_4 + I_5.P_5) * 100 \text{ (equação 1)}$$

$$I_{PR} = 100\% - I_{RA} \text{ (equação 2)}$$

Onde:

I_{RA} - indicador de racionalização atual

I_N - média aritmética de cada requisito avaliado

P_N - peso atribuído a cada requisito

I_{PR} - indicador do potencial de racionalização

Tabela 1 – REQUISITOS, ITENS DE VERIFICAÇÃO, CRITÉRIOS E PESOS DA METODOLOGIA PILOTO

Requisitos	Itens de verificação	Critérios (pontos)	Peso
Materiais e componentes	Tipo, dimensões e resistência dos blocos Utilização de blocos especiais na obra Tipo e forma de produção da argamassa Materiais empregados e traço da argamassa Local de produção da argamassa Fabricante dos materiais utilizados	Betoneira = 0,5 Argamassadeira = 1 Manual = 0 Térreo = 0 Pavimento = 1 Outro pavimento = 0,5 Cimento+cal+areia ou Argamassa industrializada = 1 Cimento+areia = 0	15%
Recebimento e armazenamento	Realização de ensaio em laboratório Existência de local pré-definido no canteiro Existência de local para armazenamento, dispositivos para descarga, material paletizado Proteção e controle do armazenamento	N (Não) = 0 S (Sim) = 1	15%
Serviço de alvenaria	Realização de treinamento específico Equipamentos de transporte, controle e produção Forma de fixação alvenaria/pilar e entre paredes Preparação para esquadrias	Prática menos racional = 0 Prática intermediária = 0,5 Prática mais racional = 1 Variável de acordo com a prática mais racional = de 0 até 1	30%
Mão de obra	Composição da equipe de produção, de controle e de supervisão Tipo de auxílio à produção	Prática menos eficiente = 0 Prática intermediária = 0,5 Prática mais eficiente = 1	10%
Projeto e execução	Existência de projeto específico para alvenaria, preenchimento das juntas verticais, colocação de tela ou ferro cabelo, amarração e fixação	N (Não) = 0 S (Sim) = 1	30%
Total			100%

Tabela 2 – RESUMO DOS INDICADORES DE CADA CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO

IN	Requisitos de avaliação	Obras									Média	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	IRA	IPR
I1	Materiais e componentes	0,67	0,67	0,67	0,58	0,58	0,50	0,83	1,00	0,67	0,69	0,31
I2	Recebimento e armazenamento	0,73	0,60	0,80	0,90	0,90	0,90	0,40	0,50	0,70	0,69	0,31
I3	Serviço de alvenaria	0,53	0,54	0,59	0,52	0,67	0,60	0,60	0,45	0,55	0,56	0,44
I4	Mão de obra	0,58	0,60	0,60	0,70	0,60	0,60	0,90	0,70	0,60	0,65	0,35
I5	Projeto e execução	0,83	0,40	0,70	0,27	0,90	0,83	0,57	0,37	0,70	0,62	0,38
IPR	Média	33,2	43,8	32,8	40,6	27,0	31,4	34,0	39,6	35,6	35,33	
IRA	Média	66,8	56,2	67,2	59,4	73,0	68,6	66,0	60,4	64,4	64,67	

2ª etapa: aplicação da metodologia piloto de avaliação

A aplicação piloto foi aplicada em nove obras de diferentes empresas construtoras no período de três meses. As empresas participantes da pesquisa possuem a certificação de qualidade ISO 9001; as obras pesquisadas foram edificações residenciais com estrutura de concreto e estavam na fase de alvenaria.

Para a aplicação da metodologia, o engenheiro residente da obra coletava e fornecia as informações para o preenchimento do questionário.

As empresas e obras participantes da pesquisa foram codificadas por letras visando preservar a identificação das mesmas (*tabela 2*).

O requisito com uma melhor avaliação da racionalização atual foi o de recebimento e armazenamento de materiais e componentes; isso se deve principalmente à existência de procedimentos específicos do sistema da qualidade de cada empresa.

No que se refere ao potencial de racionalização, os critérios com maior necessidade de melhorias foram serviço de alvenaria e projeto e execução. Em relação a esses últimos, o resultado está associado à prática incipiente de desenvolvimento de projetos, ocasionando a tomada de decisões em obra.

3ª etapa: adaptação e aprimoramento da metodologia

Foram introduzidas as seguintes alterações:

- n Inclusão de novo requisito de segurança do trabalho e ergonomia
- n Divisão do requisito projeto e execução em: projeto, planejamento, execução
- n Exclusão de dois itens de verificação: fabricantes dos materiais utilizados e tipo de auxílio à produção da alvenaria

Foi realizada uma pesquisa junto a três empresas construtoras para a calibração dos novos pesos, nas quais o supervisor de obras e o engenheiro residente atribuíram os pesos julgados adequados a cada critério de avaliação.

A média dos pesos obtida para cada requisito resultou na seguinte composição: materiais e componentes (19%), recebimento e armazenamento (7%), mão de obra (22%), segurança e ergonomia (4%), projeto de alvenaria (17%), planejamento (13%) e execução (18%).

Percebeu-se ainda a possibilidade de avaliar a racionalização da alvenaria atual por meio de uma classificação qualitativa de acordo com a pontuação obtida na avaliação quantitativa (*tabela 3*).

Tabela 3 – CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA

IRA	Classificação qualitativa	Situação	Racionalização
0%	Inexistente	Crítica	Não existe
De 1 a 50%	Ruim		Não está sendo aplicada corretamente
De 51 a 70%	Regular	Insatisfatória	Existe, porém requer maior acompanhamento
De 71 a 90%	Bom	Satisfatória	Elevada, pode aumentar por meio de melhorias
De 91 a 100%	Ótimo		Excelente

Tabela 4 – RESUMO DA MÉDIA DOS INDICADORES OBTIDOS NAS OBRAS J E L

Obra		Mês						Média
		1	2	3	4	5	6	
J	IRA	57,8	59,4	65,9	69,2	69,6	69,6	65,3
	IPR	42,2	40,6	34,1	30,8	30,4	30,4	34,8
L	IRA	36,1	39,1	37,9	37,9	39,1	41,7	38,6
	IPR	63,9	60,9	62,1	62,1	60,9	58,3	61,4

4ª etapa: aplicação da metodologia adaptada

Após o aprimoramento da metodologia piloto, a aplicação da metodologia adaptada foi realizada em duas obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos durante um período de seis meses (*tabela 4*).

Dos resultados obtidos na obra J, pôde-se verificar um maior potencial de racionalização para os requisitos de execução da alvenaria e mão de obra; o nível de racionalização atual mais elevado foi em segurança e materiais e componentes. Os índices mais elevados de racionalização atual foram associados à política de segurança da empresa e à correta utilização e produção dos materiais empregados no serviço de alvenaria.

Qualitativamente, a obra J possuiu uma classificação regular e situação considerada insatisfatória, requerendo intervenção do nível gerencial da empresa.

Dos resultados obtidos na obra L, cabe ressaltar a inexistência do projeto de alvenaria, fato que ajuda a explicar o baixo índice obtido no indicador de racionalização atual. Verificou-se ainda que o resultado apontou um maior potencial de racionalização para os requisitos de projeto, materiais e componentes e execução; um nível de racionalização atual mais elevado foi observado nos requisitos de segurança e planejamento.

Com relação à classificação qualitativa, a obra L obteve uma racionalização classificada como ruim e situação considerada crítica, merecendo uma intervenção por parte da diretoria da empresa.

Outra importante constatação relativa aos resultados obtidos à aplicação periódica da avaliação quantitativa está associada ao diagnóstico de um momento da execução. Caso não ocorram mudanças em decorrência dos resultados obtidos inicialmente, é possível que não seja percebida variação nos indicadores.

Considerações finais

A metodologia descrita neste artigo constitui-se uma ferramenta auxiliar na avaliação quantitativa e qualitativa da tecnologia construtiva da alvenaria de vedação, permitindo ao usuário analisar o potencial de racionalização e indicar as possíveis melhorias para que a empresa possa efetuar a necessária análise.

O indicador desenvolvido pode ser um elemento de busca de inovações tecnológicas, visto que identifica focos específicos de atuação (itens do checklist). Pode ainda ser utilizado como benchmarking, permitindo a avaliação comparativa entre as obras da empresa (benchmarking interno) e desta com obras de outras empresas (benchmarking externo).

Os resultados obtidos quantitativamente aproximam-se da avaliação qualitativa. Essa percepção, particularmente, foi efetuada na oportunidade em que foram realizadas as visitas nas obras.

Cabe destacar que a metodologia deve ser utilizada com critério, merecendo os devidos ajustes em função da experiência em seu emprego e das particularidades de cada obra.

[Alberto Casado Lordsleem Jr.](#), doutor em engenharia de construção civil pela Escola Politécnica da USP, professor da Escola Politécnica da UPE

[Maria Luíza Rodrigues Neves](#), mestranda em engenharia civil pela Escola Politécnica da UPE

Leia Mais

Integração de Controles Relativos à Qualidade, Prazo e Custo: aplicação à alvenaria. A. C. Andrade. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 201 p. São Paulo, 2005.
Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios. M.M.S.B. Barros. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.
Método para a Elaboração de Projetos para Produção de Vedações Verticais em Alvenaria. M. Dueñas Peña. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 160 p. 2003.
Metodologia de Avaliação do Potencial de Racionalização da Tecnologia Construtiva das Alvenarias de Vedação. A.C. Lordsleem Júnior; L.S. Franco; N.M. Bezerra. In: V Sibragec. Campinas, 2007.
Execução e Inspeção de Alvenaria Racionalizada. A.C. Lordsleem Júnior. O Nome da Rosa. São Paulo, 2000.
Empresas Redesenham seu Modelo de Negócios. R. Souza. Gazeta Mercantil. São Paulo, 2009.
Como Reduzir Perdas nos Canteiros - Manual de Gestão do Consumo de Materiais. U. E. L. Souza. PINI. São Paulo, 2005.
Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. E. Thomaz. PINI. 449 p. 2001.