

# AVALIAÇÃO DA MELHORIA NA GESTÃO DE CONSUMO DE MATERIAIS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

**Francielle Coelho dos Santos<sup>(1)</sup>; Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter<sup>(2)</sup>;  
Helena Carasek<sup>(3)</sup>**

(1) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: franciellecoelho2@hotmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: maria.carolina@uol.com.br

(2) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: hcarasek@gmail.com

## **Resumo**

*A implantação do projeto de alvenaria propicia um instrumento de racionalização, visando melhorias no processo de execução no canteiro de obras. Este trabalho tem por objetivo avaliar as melhorias obtidas no processo de produção de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos por meio da implantação do projeto de alvenaria em um empreendimento da região metropolitana da cidade de Goiânia, tendo como enfoque a evidência obtida por meio da minimização de perdas de blocos cerâmicos. Para atingir tal objetivo, o processo de alvenaria foi estudado em dois momentos distintos: antes e depois da implantação do projeto de alvenaria. A metodologia contemplou a análise, dentro do processo de alvenaria, da etapa de elevação, e comparou duas fases (sem e com o projeto) considerando o indicador de consumo e/ou perdas de blocos cerâmicos. Entre os instrumentos de coleta de dados foram utilizados: check-lists para reconhecimento do canteiro de obras estudado, cartões de produção e consumo para comparativo com os índices estabelecidos no projeto de alvenaria, além de observações diretas, entrevistas e registros fotográficos. Dois diagnósticos foram feitos em relação ao processo de alvenaria de vedação, antes e após a implantação do projeto de alvenaria e treinamentos com as equipes de produção. Os dados foram analisados estatisticamente e o coeficiente de perda (IP) foi calculado com base nas diferenças de consumo real ( $C_{REAL}$ ) e consumo de referência ( $C_{REF}$ ). Entre os principais resultados, pode-se citar que em relação ao índice de consumo e/ou perda de material, após a implantação do projeto de alvenaria houve uma redução de 78% do consumo de blocos cerâmicos, embora a principal dificuldade em seguir o projeto de forma rigorosa neste canteiro tenha sido a falta de padronização dimensional dos blocos cerâmicos.*

**Palavras Chave:** Alvenaria, Projeto, Perda.

## **Abstract**

*The implementation of masonry design is a tool for rationalization, for improvements in the implementation process at construction site. This study aims to assess the improvements made in the production process to create a masonry fence with ceramic blocks through masonry design implementation in an enterprise situated in the metropolitan area of Goiânia, focusing on evidence obtained through the minimization waste of ceramic blocks. To achieve this goal, the process of masonry was studied at two different times: before and after the masonry implementation. The methodology included the analysis within the masonry process, the step of lifting and comparison of two phases (with and without the design) considering the waste indicator of ceramic blocks. Among the instruments of data collection were used: checklists for recognition of the studied construction site, card of production and consumption for comparative with rates settled in the masonry design, as well as direct observations, interviews and photographs. Two diagnostics were made in relation to the process of masonry*

*fence, before and after the implementation of masonry design and training with the production teams. Data were statistically analyzed and the waste coefficient ( $IP$ ) was calculated based on differences between the real consumption ( $C_{REAL}$ ) and consumption of reference ( $C_{REF}$ ). Among the main results, the relation to consumption rate of material after the masonry design implementation was a 78% reduction in consumption of ceramic blocks. The main difficulty in following the design accurately was the lack of dimensional standardization of ceramic blocks.*

**Keywords:** Masonry, Design , Waste.

## 1. INTRODUÇÃO

Qualidade, produtividade e competitividade foram as palavras de ordem que dominaram o cenário altamente competitivo da última década. Em especial, as esperanças de sucesso concentraram-se na palavra qualidade que, muitas vezes, foi usada como uma espécie de palavra-síntese para representar a busca da excelência em todas as áreas. Para Peña (2003) esta preocupação das empresas está fortemente vinculada às mudanças tecnológicas, de mercado e do perfil do consumidor mais exigente.

A obtenção de maior eficiência por parte da empresa, refletida na melhoria da sua produtividade, no entanto, demanda uma etapa anterior ao conhecimento do desempenho vigente, bem como dos fatores atuantes sobre o processo, que possam induzir sobre as causas das falhas no mesmo (ANDRADE; SOUZA, 2000). Segundo Weinzierl (2004), é preciso planejar estrategicamente o futuro da organização e ater-se a processos que criem valor para o cliente, bem como ter um sistema de medição capaz de demonstrar como a organização está se comportando perante as turbulências do mercado, observando os ativos tangíveis e intangíveis para projetar esse futuro.

Para Silva (2003) a modernização tecnológica dos processos de produção da construção civil não poderá ser de forma radical, a evolução deve ser gradativa, passando pela racionalização da construção tradicional para, aos poucos, incorporar inovações tecnológicas, organizacionais, de gestão, de controle, segundo metodologias apropriadas à sua implantação. Em função das interfaces com os demais subsistemas do edifício, a vedação vertical é de grande importância na racionalização da obra como um todo. O projeto de vedação deve ser elaborado de forma sistêmica, simultaneamente aos demais projetos (arquitetura, estrutura, instalações, entre outros), permitindo assim uma coordenação das informações e das soluções técnicas a serem adotadas. Sendo assim, a qualidade do projeto e do empreendimento envolvem não apenas a gestão dos processos em cada empresa, mas também, a articulação entre os processos dessas empresas (PEÑA, 2003).

Nesse sentido, a antiga alvenaria, caracterizada pela baixa produtividade e regularidade geométrica insatisfatória, vem dando lugar a novas tecnologias de produção de vedações verticais que buscam a interação com todos os subsistemas que a cercam, principalmente estrutura, sistemas prediais hidráulicos, sanitários e elétricos, impermeabilizações e revestimentos. É esse contexto que justifica a relevância do tema desta pesquisa. Neste trabalho analisa-se sistematicamente o processo do projeto de alvenaria de vedação para construção de edifícios e se observa as questões da qualidade, especialmente os mecanismos de avaliação e retroalimentação, como subsídio para melhoria contínua dos processos. O objetivo principal é o de avaliar as melhorias obtidas no processo de produção de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos por meio da implantação do projeto de alvenaria em um empreendimento da região metropolitana da cidade de Goiânia, tendo como enfoque a evidência obtida por meio da minimização de perdas de blocos cerâmicos.

## 2. O DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Souza (2005) define perda de materiais como sendo toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, para o produto sendo executado. Segundo o autor essa definição delimita a discussão das perdas ao âmbito da produção, isto é, uma vez definido o projeto, este seria a referência a ser buscada no processo de produção e, portanto, haveria perda caso as atividades de produção levassem a uma necessidade de materiais superior àquela calculada com base nas prescrições do projeto.

A eliminação ou redução dos custos advindos do consumo de mão de obra, materiais e equipamentos, sem perda de qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado, torna-se necessária e, para isto, há que se identifiquem os pontos falhos dos processos envolvidos. À medida que as perdas acontecem, toda vez que se estabelece um consumo de materiais superior ao teoricamente necessário, tal ocorrência pode se dar em diferentes momentos do empreendimento: concepção, produção da obra e na sua utilização (SOUZA, 2005).

Ainda segundo Souza (2005), as perdas na concepção podem estar associadas às falhas, desconhecimento ou conservadorismo do projetista ao conceber uma obra superdimensionada em termos de consumo de material. Na fase de execução, são várias fontes de perdas possíveis: no recebimento dos materiais e componentes, estocagem, processamento intermediário, processamento final e movimentações entre as etapas do fluxograma dos processos, conforme ilustrado na Figura 1.

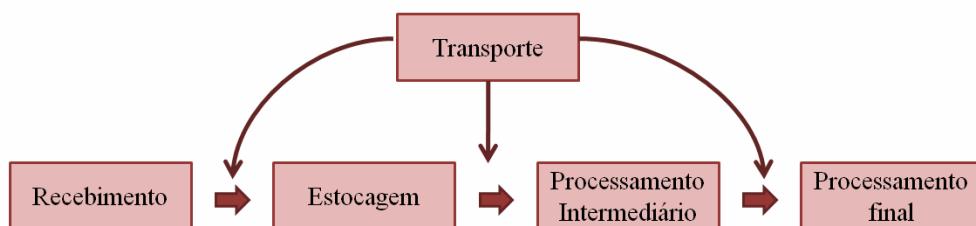


Figura 1 – As diferentes etapas da fase de execução onde as perdas podem ocorrer (Adaptado de SOUZA, 2005)

## 3. INDICADORES DE PERDA DE MATERIAIS

Segundo Agopyan *et al.* (1998) à expressão numérica dos consumos e perdas de materiais dá-se o nome de indicador. Os indicadores podem ser globais ou parciais, sendo que o somatório deste último poderá constituir o primeiro.

O conceito de perda consiste na diferença percentual entre quantidade real de material utilizada ( $C_{REAL}$ ) em um ou em diversos serviços (consumo real de material) e a quantidade teoricamente necessária ( $C_{REF}$ ) para a execução do serviço (consumo de referência) durante um período de tempo. Ao realizar essa comparação, Paliari (2008) conceitua essa relação como perda de materiais, podendo ser calculada pela Equação 01:

$$IP = \left( \frac{C_{REAL} - C_{REF}}{C_{REF}} \right) \times 100 \quad [\text{Eq. 01}]$$

Neste sentido o percentual de perdas está determinado em relação à quantidade de material teoricamente necessária, com a intenção de expressar o afastamento com relação ao que foi prescrito (SOUZA, 2005). Ainda segundo o autor, a abordagem por perdas, ao fixar uma referência de perda nula, determina uma meta.

#### 4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi proposto um estudo de caso em uma empresa de construção civil da região metropolitana de Goiânia, cuja coleta dos dados ocorreu em um período de cinco meses. Inicialmente foram aplicados *check-lists* para reconhecimento do canteiro de obras estudado, para posteriormente iniciar o processo de análise do serviço de execução da alvenaria de vedação, realizado em três etapas distintas: análise sem intervenções, a implantação do projeto e a análise após a implantação.

Primeiro foi estudada a execução da alvenaria de vedação sem intervenções, considerando o indicador de consumo e/ou perdas de blocos cerâmicos e a qualidade do serviço executado. Posteriormente o projeto de alvenaria de vedação foi implantado no canteiro de obras e para tal foram realizados treinamentos com as equipes de produção e, por fim, novamente foi realizado um novo diagnóstico das equipes de produção para comparação entre as duas fases existentes no trabalho.

Para coletar os dados de perda de materiais foi elaborado um cartão de produção e consumo. Foi empregado um cartão em que constavam as anotações de cada elevação executada diariamente. Foram coletados os dados: data, horário de medição, identificação do funcionário, número da elevação, identificação da alvenaria, informações quanto à quantidade de blocos cerâmicos utilizados na elevação (consumo real) e a comparação do quantitativo do projeto (consumo de referência), além de um campo para observações das anormalidades que poderiam prejudicar ou inviabilizar o processo produtivo.

Na primeira etapa, foi realizada a avaliação dos indicadores de perda e consumo sem a utilização do projeto de alvenaria e na segunda etapa com o projeto de alvenaria implantado. Esta avaliação levou em conta as médias de perdas que houve em cada pavimento, e a relação entre as quantidades de referência e real. Na Tabela 1 são apresentados os pavimentos que foram estudados, a equipe que realizou o serviço e a quantidade de amostras em cada pavimento.

Tabela 1 – Pavimentos estudados e tamanho da amostra

	<b>Pavimentos</b>	<b>Equipes</b>	<b>Número de elevações estudadas</b>
<b>SEM PROJETO</b>	4º	Equipe 3	56
	5º	Equipe 2	58
	6º	Equipe 1	46
	7º	Equipe 1	84
	8º	Equipe 4	57
	9º	Equipe 2	41
	10º	Equipe 1	30
<b>COM PROJETO</b>	9º	Equipe 2	12
	10º	Equipe 1	28
	11º	Equipe 1	75
	12º	Equipe 5	56
	13º	Equipe 1	88
	15º	Equipe 5	54

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1. Caracterização do estudo de caso

A empresa construtora do estudo de caso está localizada em Goiânia e atua no mercado da construção civil desde 1997. É uma empresa de médio porte atuando na construção de edificações residenciais multifamiliares. O empreendimento que foi objeto deste estudo é composto por três torres, todas com as mesmas características internas. Cada torre possui vinte e três pavimentos tipo, além de mezanino, térreo, subsolo e cobertura. Os pavimentos tipo são constituídos de quatro apartamentos, sendo dois deles de dois quartos, com área de 64,2 m<sup>2</sup> cada e dois de três quartos, de 76,3 m<sup>2</sup> cada, além do hall, totalizando assim 362,9 m<sup>2</sup> de área construída por pavimento.

A empresa estudada trabalhava com blocos cerâmicos, com larguras que variavam entre 9,0 cm, 11,5 cm e 17 cm e demais dimensões fixas iguais a 19 cm x 19 cm (comprimento x altura). Com exceção do bloco cerâmico com largura de 17 cm, a empresa também adquiria submódulos correspondentes a  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  de sua altura.

Como a empresa apresentava deficiências no seu sistema de gestão da qualidade, consequentemente não existia um procedimento sistematizado do controle da quantidade no recebimento do material, de maneira que a verificação era realizada visualmente e por meio de conferência da nota fiscal. A empresa não fazia ensaio para aceitação do produto e, consequentemente, recebia blocos cerâmicos de baixa qualidade com dimensões e cores não padronizadas, conforme apresentado na Figura 2.

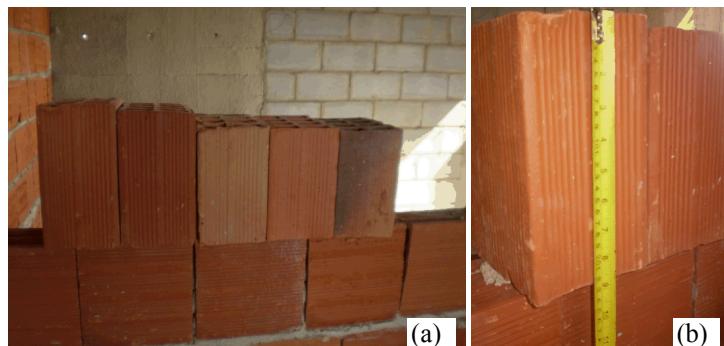


Figura 2 – (a) Os diferentes comprimentos e cores dos blocos; (b) bloco com 22 cm de comprimento, enquanto o normalizado é de 19 cm

Para o recebimento dos blocos cerâmicos não havia um local pré-definido no canteiro e o material era descarregado em local improvisado, conforme apresentado na Figura 3a e 3b, havendo duplo manuseio. Os blocos cerâmicos eram recebidos e armazenados na calçada da rua e, apesar de estar armazenado em uma base plana, não era protegido de chuvas. Para o transporte dos blocos até o pavimento eram utilizados carrinhos porta-paletes (Figura 3c).



Figura 3 – Local de recebimento e armazenamento dos blocos cerâmicos

## 5.2. Avaliação dos índices de consumo/perda de blocos cerâmicos

### 5.2.1. Análise do indicador de perda antes da implantação do projeto de alvenaria

A Tabela 2 reúne os valores de perdas e consumo de blocos da amostra referente à fase sem a utilização do projeto, destacando-se as medidas de tendência central (mediana e média), medidas de dispersão (valor mínimo e máximo e o tamanho da amostra) de cada pavimento.

Tabela 2 – Estatísticas da amostra: sem utilização do projeto

Pavimentos	n	Valores de perda (%)			
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo
4º	56	5,04	2,02	-3,57	41,82
5º	58	1,93	0,91	-6,73	15,75
6º	46	2,10	0,29	-3,85	28,79
7º	84	2,59	0,92	-4,69	28,21
8º	57	3,80	3,03	-4,29	16,67
9º	41	5,25	2,96	-4,73	42,24
10º	30	1,72	0,23	-4,80	18,18

No gráfico da Figura 4 apresenta-se a distribuição dos valores de perdas para os casos amostrados, indicando a média dos valores obtidos por equipe e por pavimento.

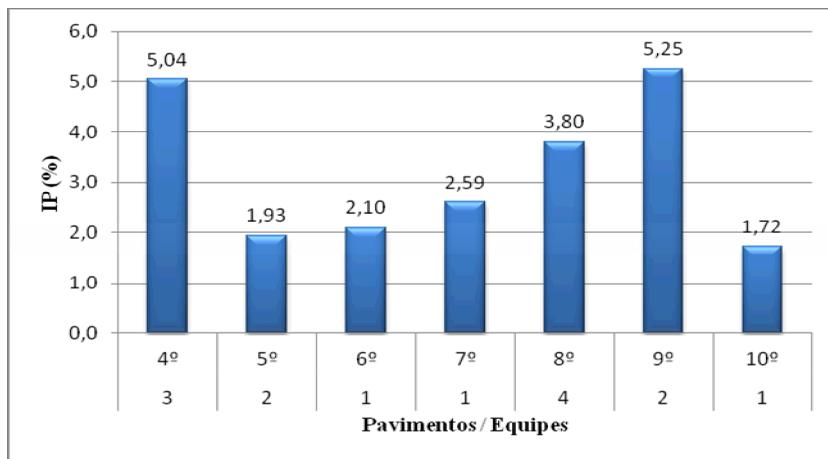


Figura 4 – Distribuição amostral dos resultados de perdas (médias) antes da implantação do projeto

### 5.2.2. Análise do indicador de perda após a implantação do projeto de alvenaria

A Tabela 3 reúne os valores representativos da amostra estudada referente à fase após a implantação do projeto, destacando-se as medidas de tendência central (mediana e média), as medidas de dispersão (valor mínimo e máximo e o tamanho da amostra) por pavimento.

Tabela 3 - Estatística da amostra após a utilização do projeto – avaliação por pavimento

Pavimentos	n	Valores de perda/economia (%)			
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo
9º	12	-11,74	-4,00	-52,38	3,64
10º	28	-2,24	0,00	-10,00	3,67
11º	75	-3,26	0,00	-36,36	4,55
12º	56	-2,73	0,00	-21,43	4,44
13º	88	-1,36	0,00	-18,92	4,72
15º	54	-2,17	0,00	-25,00	4,79

Apesar de ter-se constatado uma variação dos índices obtidos entre as equipes, a observação dos dados da tabela mostra os resultados negativos das médias, indicando os casos que não houve perdas, e sim economia de blocos cerâmicos, indicando que a utilização do projeto foi positiva também entre as equipes.

A principal questão para ter números negativos de perdas, ou seja, um índice de economia deu-se pelo fato de que os blocos cerâmicos fornecidos possuíam dimensões variadas. No decorrer da pesquisa não foi possível alterar o fornecedor de blocos cerâmicos da obra, devido à existência de um contrato de permuta entre a construtora e o fabricante. Sendo assim, as equipes foram treinadas para não quebrar blocos, e sim, alterar o tipo de módulo a ser utilizado. As Figuras 5 e 6 mostram um comparativo entre o projeto da elevação e a elevação realizada.

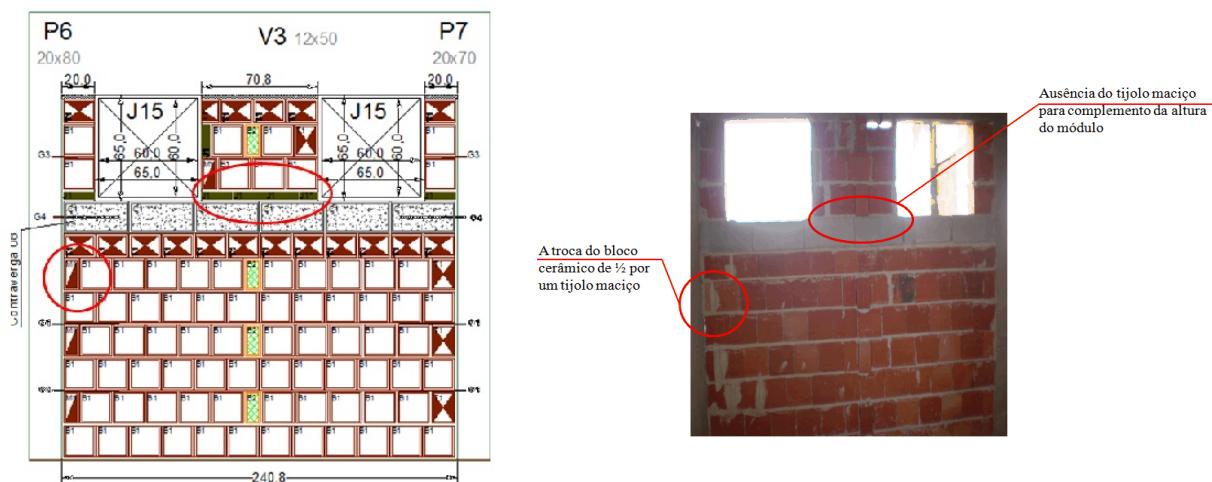


Figura 5 – Projeto de alvenaria de vedação destacando a utilização de tijolos maciços comuns para complemento da modulação

Figura 6 – Elevação de alvenaria destacando a não utilização de tijolos maciços conforme especificado em projeto

A Figura 7 ilustra a distribuição dos intervalos de economia de blocos cerâmicos distribuídos entre os pavimentos. Pode-se observar que inicialmente a porcentagem de aproveitamento dos blocos era maior como ocorreu no 9º e no 10º pavimento. A redução do aproveitamento dos blocos aconteceu pela ausência dos módulos de  $\frac{1}{2}$  bloco com 11,5 cm de espessura (11,5 cm x 19 cm x 9 cm), enquanto as equipes executavam o 13º e o 15º pavimentos.

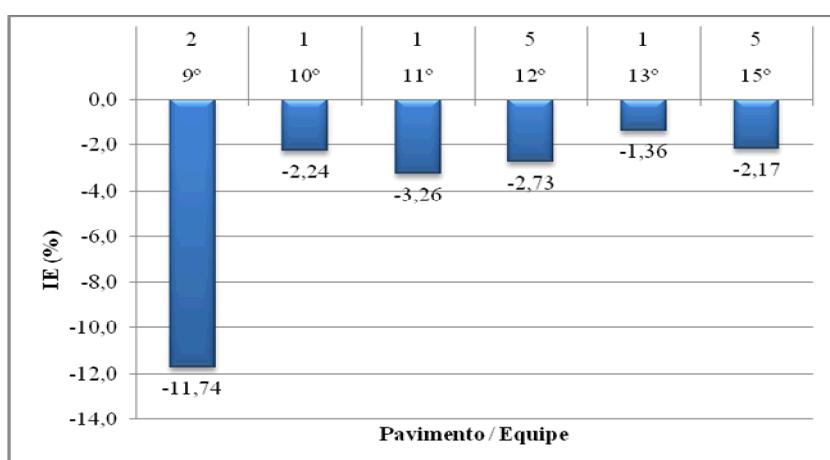


Figura 7 - Distribuição amostral dos resultados de perdas médias (economia) após a implantação do projeto

Na Figura 8 é possível observar a diferença do lixo residual entre as duas fases da pesquisa.



Figura 8 - Quantidade de lixo residual de um mesmo conjunto de elevações: (a) antes da implantação do projeto; (b) após a implantação do projeto

## 6. CONCLUSÕES

O objetivo geral proposto foi de avaliar as melhorias obtidas no processo de alvenaria de vedação por meio da implantação do projeto de alvenaria no canteiro de obras. Este trabalho partiu do pressuposto que a implantação deste projeto no canteiro teria um impacto positivo para reduzir o consumo de blocos cerâmicos e melhorar a qualidade das elevações até mesmo no aspecto visual da elevação. A verificação dos indicadores quantitativos nas duas fases da pesquisa (antes e depois da implantação do projeto de alvenaria de vedação) proporcionou à coleta de dados as percepções acerca do processo e dos seus respectivos problemas.

Por meio da análise dos resultados obtidos no estudo de caso, o presente trabalho contribuiu para a discussão a respeito da utilização do projeto de alvenaria de vedação no canteiro de obras, com importante contribuição nos custos totais de construção e na melhoria da qualidade, em virtude da sua interface direta com os outros subsistemas do edifício. Neste sentido, buscou-se preencher uma lacuna existente, identificada pelas pesquisadoras, devido à escassez de conhecimento no mercado goiano, de engenheiros e demais profissionais envolvidos na construção civil sobre a utilização do projeto de alvenaria de vedação.

Os resultados obtidos em relação ao indicador de perda e consumo de materiais também deixaram evidentes que o uso do projeto de alvenaria de vedação é vantajoso. O indicador de perda de blocos cerâmicos, gerado pela quebra de blocos no pavimento sem projeto teve uma média de 3,2%, enquanto que na avaliação após a implantação do projeto de alvenaria de vedação, a média foi de -2,7%, não havendo perda no consumo de blocos cerâmicos, e sim, economia. O estudo apontou que em sete pavimentos estudados perdeu-se 1.142 unidades de blocos cerâmicos, enquanto que na etapa após a implantação do projeto, em seis pavimentos estudados, obteve-se uma economia de 849 unidades de blocos cerâmicos.

Com os dados obtidos é possível extrapolar: se for considerado que o empreendimento como um todo é formado por três torres, de 24 pavimentos cada. Se o empreendimento tivesse continuado sem a utilização do projeto, haveria um desperdício de cerca de 11.500 unidades de blocos cerâmicos, apenas na etapa de elevação da alvenaria. Agora, se o empreendimento tivesse seguido o projeto desde a primeira torre, em relação à quantidade informada no projeto, poderia ter tido uma economia de 10.000 unidades de blocos cerâmicos, mantendo o mesmo fornecedor de blocos, o que significa uma economia de 78% de blocos cerâmicos.

Mediante a análise dos resultados, pode-se concluir, também, que a maioria dos problemas encontrados está diretamente relacionada com questões de caráter gerencial, principalmente no tocante ao fluxo de materiais dentro do canteiro de obras. Um dos principais problemas

verificados no estudo de caso foi a falta de sincronização na distribuição dos materiais entre os pavimentos e a falta de comunicação entre equipe de abastecimento e gestores da obra. A causa deste problema está relacionada à ausência ou falhas na orientação das equipes de abastecimento, tanto em relação ao abastecimento dos pavimentos como também na comunicação quanto à disponibilidade de materiais no canteiro.

A melhoria obtida na gestão do consumo de blocos cerâmicos a partir do emprego do projeto de alvenaria evidencia o mesmo como um instrumento capaz de aumentar a eficiência e a qualidade na execução do serviço, além de propiciar a minimização das perdas e a consequente racionalização do processo construtivo.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. **Alternativas para redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras: metodologia**. São Paulo: EPUSP, FINEP, ITQC, vol. 2, 1998.
- ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L. **Método para quantificação de perdas de materiais nos canteiros de obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria**. Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. 2008. 661 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- PEÑA, M. D. **Método para a elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- SILVA, M. M. A. **Diretrizes para projetos de alvenarias de vedação**. 2003. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros de obras: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil**. São Paulo: Pini., 2005.
- WEINZIERL, W. A. J. **A gestão do conhecimento e sua relação no acompanhamento e controle dos indicadores de desempenho, alicerçados no modelo balanced scorecard em uma empresa manufatureira**. 2004. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.