

**ANÁLISE CRÍTICA DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE E
DESPERDÍCIO DE MATERIAL EM SISTEMA DE ALVENARIA DE
VEDAÇÃO RACIONALIZADA**
*CRITICAL ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND MATERIAL WASTE INDICATORS
IN RATIONALIZED SEALING MASONRY SYSTEM*

SOARES, Thaís Barbosa

Engenheira Civil pelo Instituto Metodista Izabela Hendrix
thaisb.engenharia@gmail.com

RODRIGUES, Natália Cristina Silva

Engenheira Civil pelo Instituto Metodista Izabela Hendrix
nataliacsrodrigues@gmail.com

MIRANDA, Daniel Augusto de

Mestre em Engenharia Civil pela École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suíça)
d.miranda@ifmg.edu.br

RESUMO

O presente artigo refere-se à utilização do projeto de alvenaria de vedação com foco na produção, sendo uma forma de racionalização do processo. Para a avaliação da implantação do projeto na execução da alvenaria, realizou-se o estudo de caso em uma obra predial comercial localizada no município de Betim/MG, afim de obter-se os indicadores de produtividade e perda de material. O desenvolvimento do estudo consistiu no monitoramento da elevação de alvenarias em cinco pavimentos da edificação, por meio da realização de visitas técnicas no período de três meses, analisando de forma crítica e sistêmica todo o cenário que envolvia o processo de execução das alvenarias. Constatou-se que o indicador de produtividade encontrado foi superior aos dados presentes na literatura, ao passo que o indicador de perda está dentro do aceitável. As observações da análise dos indicadores levantados permitiram identificar quais fatores contribuíram para os resultados apurados neste estudo. Desta forma, foram propostas melhorias no processo de implantação do projeto para produção de alvenaria racionalizada e sua execução, sendo possível adequar este método à construção civil predial. O estudo contribuirá para a literatura, uma vez que não há à disposição muitas ferramentas ou indicadores para análise crítica do desempenho do projeto de alvenaria de vedação vertical. A relevância deste trabalho consiste em avaliar o processo observando as questões que influenciam na eficiência da execução do serviço.

Palavras-chave: Elevação. Construtibilidade. Racionalização construtiva. Compatibilização.

ABSTRACT

This article is related to the use of sealing masonry project focusing on production, as a form of process rationalization. In order to assess the impact of the project implementation on

masonry execution, a case study of a commercial building work located in the municipality of Betim (Brazil) was performed, in order to establish productivity and loss of material indicators . The development of the study consisted in monitoring the masonry elevation in five floors of the building, by means of technical visits during the three-month period, by analyzing critical and systemically the whole scenario which involved the implementation process of the masonry. It was observed that the productivity indicator was greater than the available data in the literature, whereas the loss indicator was acceptable. The observations from the analysis of the assessed indicators have identified which factors contributed to the results obtained in this study. Thus, improvements have been proposed in the project implementation process for masonry production and its execution, it is possible to adapt this method to building construction. The study will contribute to the literature, as there are not many tools or indicators available for critical analysis of the performance of vertical masonry project. The relevance of this work is to evaluate the process observing the issues that influence the efficiency of the service execution.

Keywords: Elevation. Constructability. Constructive rationalization. Compatibilization.

1. INTRODUÇÃO

As alvenarias de vedação são elementos tradicionalmente empregados na construção civil, responsáveis por grande parte do desempenho de uma edificação como um todo, pois determinam aspectos relativos ao conforto, à higiene, à saúde e à segurança de utilização (LORDSLEEM, 2012).

Segundo Barros (1998), o subsistema de alvenaria de vedação corresponde em torno de 3% a 6% do custo total da obra. Considerando a sua inter-relação com os demais subsistemas do edifício, que são as esquadrias, estrutura, instalações, revestimentos e outros, este custo certamente passa a influenciar mais de 20% do custo total da obra.

Com as transformações no cenário da construção civil, exige-se o emprego de racionalização nos métodos construtivos, atentando-se para as boas práticas da engenharia e tendo em vista a qualidade, o desempenho, prazos e relação custo/benefício (LORDSLEEM, 2012). Santos (2011), por sua vez, pontua que muitas construtoras já verificaram que se tornou essencial a utilização de critérios que garantam a racionalização da obra e a construtibilidade, o que requer projetos adequados e compatíveis entre si.

Devido à notável preocupação das empresas com a competitividade de mercado, buscam-se estratégias para redução de custo e racionalização da produção. Uma dessas alternativas consiste no uso do projeto de alvenaria de vedação, que possui especificações do produto a ser construído, detalhando a melhor forma de se executar a obra, possui atributos para reduzir custos e racionalizar a produção, tornando a empresa mais competitiva no mercado

Contudo, ainda existem muitos problemas relativos ao desenvolvimento do projeto e utilização do mesmo no canteiro de obras. A principal causa desses problemas é devido à ausência de informações, definições e incompatibilização dos projetos. Além disto, deficiência na gestão de projetos e dificuldades de relação entre equipes até a utilização do projeto para produção no canteiro de obras (CORRÊA; ANDERY, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o ganho com a utilização do projeto de alvenaria de vedação racionalizada em um empreendimento predial, mapeando as tendências ou padrões baseados no estabelecimento de indicadores de produtividade e de desperdício de material.

2. A RACIONALIZAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Para Souza *et al.* (2011), a racionalização visa à utilização dos recursos existentes da melhor forma possível em todas as etapas construtivas. A esses recursos referem-se os humanos, organizacionais e materiais.

Segundo Franco (1992), o conceito de racionalização tem objetivos comuns com os de industrialização e qualidade, já que todos visam o aumento do nível de produção e produtividade; a diminuição de custos e desperdícios; o incremento no desempenho e a redução de ocorrências de patologias.

Melhado (1994) afirma que a racionalização pode ser aplicada a qualquer método, processo ou sistema construtivo. Tratando-se da alvenaria de vedação tradicional, significa a padronização dos componentes, a redução de resíduos e o aumento de produtividade, fatores os quais podem gerar a redução de custo.

A alvenaria tradicional é qualificada pela ausência na padronização do processo de produção e de planejamento prévio à execução, causando, assim, inúmeros desperdícios marcados por soluções construtivas adotadas no canteiro de obra (LORDSLEEM, 2000). Já a alvenaria racionalizada é a aplicação mais eficiente dos recursos disponíveis para a construção, tendo como ferramenta o planejamento e controle da execução e visando aumento da qualidade e de eficiência da produção (SANTOS, 2011).

3. PROJETO PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Projeto é o guia de execução, atividade ou serviço complementar do processo de construção, sendo ele responsável pela organização, desenvolvimento, registro e transparência

das características físicas e tecnológicas explicitadas para uma determinada obra (MELHADO, 1994).

O propósito do projeto para produção é detalhar o processo construtivo e definir indicadores de tolerância e controle, como o de perda de material e produtividade, sendo também uma ferramenta de gestão da produção de qualidade (LORDSLEEM, 2012).

Conforme Lordsleem e Melhado (2011), é consenso que o emprego do projeto de alvenaria para produção tem sido registrado como um mecanismo de amplo potencial para melhorar o processo de construção na fase de projeto, tendo em vista que este está colaborando para superar as incompatibilidades de projetos pela falta de relação entre os projetistas e as dificuldades de execução em campo.

De acordo com Peña (2003), analisando de forma sistêmica o empreendimento, o projeto é uma parte integrante do processo de produção. Ele não envolve apenas a elaboração de desenhos ou memoriais do produto, mas dá suporte ao empreendimento como um todo, em atividades de análise administrativa de custos, marketing, atendimento ao cliente, etc.

Silva (2003) afirma que a implantação do projeto cria um efeito salutar para a construção civil, além dos evidentes saltos organizativos e de gestão, aprimorando a capacidade produtiva por meio da qualificação de sua mão de obra.

A etapa de projeto tem um papel fundamental, pois são definidos os procedimentos, especificações, detalhes, técnicas construtivas e componentes da alvenaria como blocos e argamassas de assentamento (PEÑA, 2003). Um projeto orientado à construtibilidade, ou seja, um projeto que facilita sua construção e utilização, deve considerar informações do processo produtivo para a tomada de decisão e definição do produto (CHALITA, 2010).

4. INDICADORES DE DESEMPENHO RELACIONADOS À ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Entende-se por indicadores a representação das informações quantitativas ou qualitativas que medem e avaliam o comportamento de diferentes aspectos do objeto de estudo. O levantamento desses indicadores cria um sistema de informações que pode ser bastante útil para ajudar na tomada de decisões (SOUZA, 2005).

Toda e qualquer redução de desperdícios e do aumento da produtividade influenciará diretamente a redução dos custos. Esses índices levantados são mais que números, uma vez que são de suma importância para adoção de medidas corretivas e preventivas (BOGADO, 1998).

4.1. PERDA DE BLOCOS CERÂMICOS

A medição das perdas de materiais deve ser feita por um período de tempo que seja representativo do processo em análise. O objetivo da avaliação do desperdício de materiais é quantificar os prejuízos decorrentes das deficiências organizacionais no canteiro (BOGADO, 1998).

Segundo Souza *et al.* (2004), os resíduos da construção representam umas das parcelas do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Uma clara definição do que seja a quantidade teoricamente necessária de materiais é fundamental para estimativa da perda.

Souza (2005) cita algumas origens manifestantes de perda da alvenaria de vedação, como: falta de procedimento de produção, ferramenta e técnica; falta de treinamento dos operários; falta de compatibilização modular entre as dimensões das paredes e dos componentes de alvenaria.

Matematicamente, o cálculo percentual da perda é feito de acordo com a seguinte expressão:

$$IP (\%) = \left[\frac{QMR - QMT}{QMT} \times 100 \right] \quad (1)$$

Onde:

IP (%) = indicador de perdas de blocos cerâmicos expresso percentualmente,

QMR = quantidade de material realmente necessária,

QMT = quantidade de material teoricamente necessária.

De acordo com a TCPO (2010), o indicador de perda para blocos cerâmicos adotado é de 5%. Por outro lado, com a utilização do projeto para a alvenaria de vedação, a expectativa de resultado concernente ao indicador de perda calculado para a obra em estudo seria de um percentual inferior ao definido pela TCPO (2010).

4.2. PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Segundo Souza (2005), entende-se por produtividade uma certa quantidade de esforços que gera resultados.

A produtividade permite medir a quantidade de serviços produzidos e o tempo gasto por um operário ou uma equipe em cada ciclo de produção. Com estes valores levantados, é possível avaliar o processo ou verificar a eficiência das ações implantadas (BOGADO, 1998).

O índice de produtividade é calculado por ciclos de produção. Matematicamente, é feito de acordo com a expressão:

$$RUP = \frac{Hh}{Qserv} \quad (2)$$

Onde:

RUP = razão unitária de produção (Hh/m²)

Hh = somatório das horas gastas para execução dos serviços (homens-hora)

Qserv = quantidade de serviço produzida para cada ciclo de produção (m²)

A partir da razão unitária de produção (RUP), é possível calcular a produção diária média por oficial. Matematicamente, é feito de acordo com a expressão:

Produção diária média

$$= \left(\frac{\text{Média } Qserv}{\text{Média duração serviço}} \right) / \text{Média número de oficiais} \quad (3)$$

Onde:

Produção diária média = produção (m²/homem dia)

Média Qserv = quantidade de serviço produzida (m²)

Média duração serviço = quantidade de dias gastos para execução dos serviços (dias)

Média número de oficiais = quantidade de oficiais gastos para execução dos serviços (dias)

Conforme a TCPO (2010), o indicador médio de produtividade para o sistema de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos é de 0,64 Hh/m², sendo o indicador mínimo apresentado de 0,51 Hh/m² e máximo de 0,74 Hh/m². Os fatores que estabelecem esses indicadores estão citados na Figura 3. Desta forma, com a utilização do projeto para a alvenaria de vedação, a expectativa de resultado concernente ao indicador de produtividade calculado para a obra em estudo seria de um percentual inferior ao definido pela TCPO (2010).

Figura 1: Produtividade para alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e critérios adotados (Hh/m²)

	Mín = 0,51	Med = 0,64	Máx = 0,74
	Não preenchimento de juntas verticais	Preenchimento de juntas verticais	
	Densidade média da alvenaria/m ² de parede/m ² de piso	Densidade alta ou baixa da alvenaria/m ² de parede/m ² de piso	
	Presença quase que exclusiva de paredes na altura usual	Presença significativa de paredes altas ou baixas demais	
Revis	Pouco tempo para executar um pavimento (prazos enxutos)	Muito tempo para executar um pavimento (prazos extensos)	
	Paredes de espessuras pequenas	Paredes de espessuras grandes	
	Baixa rotatividade	Alta rotatividade	
	Pagamento conforme acordado	Falha no pagamento dos operários	

Fonte: TCPO, 2010.

5. MÉTODO DE PESQUISA

A primeira etapa constituiu na escolha do estudo de caso, sendo este estudo realizado em um empreendimento da construtora “X”, localizado na região central do município de Betim, Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). O empreendimento constitui de um prédio comercial, de 18 pavimentos, 142 unidades, com área total líquida de 5.023,64 m². A construtora “X” atua no mercado há sete anos, sendo a primeira vez que edificam com o projeto de alvenaria de vedação racionalizada.

O acompanhamento de campo por meio da realização de visitas técnicas (estudo de caso) foi realizado em um período de três meses, por meio do qual foi possível avaliar o levantamento de 5 pavimentos. As visitas (Quadro 1) ocorreram na data de início da marcação de alvenaria do pavimento e na de término da execução da elevação. Ressalva-se, entretanto, o 6º pavimento (primeiro pavimento observado no presente estudo), para o qual a visita foi realizada em 07 de abril de 2016, quando a elevação da alvenaria já se encontrava em execução. Por essa razão, a data de início da elevação foi obtida por meio de consulta ao diário de obras do edifício avaliado.

Quadro 1: Visitas ao empreendimento

Pavimento	Data início	Data término
6º	30/mar/16	12/abr/16
7º	07/abr/16	20/abr/16
8º	22/abr/16	02/mai/16
9º	03/mai/16	13/mai/16
10º	16/mai/16	30/mai/16

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

A segunda etapa referiu-se a um questionário realizado junto aos responsáveis pelo empreendimento para caracterização da empresa e do empreendimento estudado.

Para coletar os dados de produtividade e perda de material, foi elaborado a Tabela 1 por meio do qual puderam ser identificados o pavimento em análise, a quantidade de alvenaria levantada em projeto, a quantidade de alvenaria utilizada, a duração do serviço e o número de oficiais envolvidos na atividade.

A quantidade de alvenaria levantada refere-se à área efetiva de alvenaria de acordo com o projeto, descontando-se todos os vãos. Já a quantidade de alvenaria utilizada refere-se à quantidade de alvenaria executada em campo. O valor, neste caso, foi obtido por meio do monitoramento da aquisição de blocos cerâmicos por pavimento, o que resultou na estimativa de uma área utilizada equivalente por pavimento. Essa premissa foi considerada devido à impossibilidade, no âmbito deste trabalho, de acompanhamento integral da execução da alvenaria e, por consequência, da aferição dos quantitativos de blocos cerâmicos utilizados em cada alvenaria. Os blocos cerâmicos especificados em projeto possuíam as seguintes dimensões: 09x19x29, 14x19x29, 19x19x29 e bloco canaleta de 14 cm e de 19 cm de espessura.

A duração do serviço, por sua vez, foi levantada de acordo com o Quadro 1, o qual apresenta as datas de início e término de cada pavimento estudado. O número de oficiais foi levantado por meio do controle administrativo da obra.

Ademais, realizaram-se registros fotográficos da execução da alvenaria de vedação, armazenamento dos blocos cerâmicos e transporte vertical. Procedeu-se ainda ao mapeamento da distribuição de material em cada andar, a fim de identificar a logística de entrega dos blocos cerâmicos e avaliar qual a melhor forma de fornecimento dos materiais em cada pavimento.

A partir destes dados, foi realizado o levantamento do índice de perda de material em percentual, por meio da Equação 1 (Indicador de Perda - IP), e o índice de produtividade, por meio da Equação 2 (Razão Unitária de Produção - RUP).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme relatado em entrevista realizada junto aos responsáveis pelo empreendimento, antes da entrega do projeto para produção de vedações racionalizadas, houve a compatibilização deste com os projetos arquitetônico, e projetos de engenharia. Para essa compatibilização, a equipe de projetistas, coordenação e responsáveis técnicos fizeram reuniões a fim de indicarem as melhores soluções para o empreendimento. O projeto foi implantado no canteiro de obras por meio da assessoria da arquiteta responsável pelo projeto. Para tanto,

realizaram-se treinamentos, visando à capacitação técnica dos operários para execução da obra dentro de conceitos de racionalização construtiva. Em sete anos que a construtora atua no mercado, foi o primeiro empreendimento a utilizar o projeto de alvenaria de vedação racionalizada, com o intuito de aumentar a produtividade da equipe de produção e reduzir a perda de material. O serviço de vedações racionalizadas iniciou-se em janeiro de 2016.

Para o cálculo do índice de produtividade, foi utilizada a Equação 2 - Razão Unitária de Produção (RUP), sendo a sua unidade de medida dada em homem-hora/m². Abaixo, na Tabela 1, estão expostos os resultados do levantamento feito *in loco* de acordo com as visitas ao empreendimento (Quadro 1). Nesta, encontram-se os indicadores RUP por pavimento e o indicador médio de produtividade para os cinco pavimentos analisados.

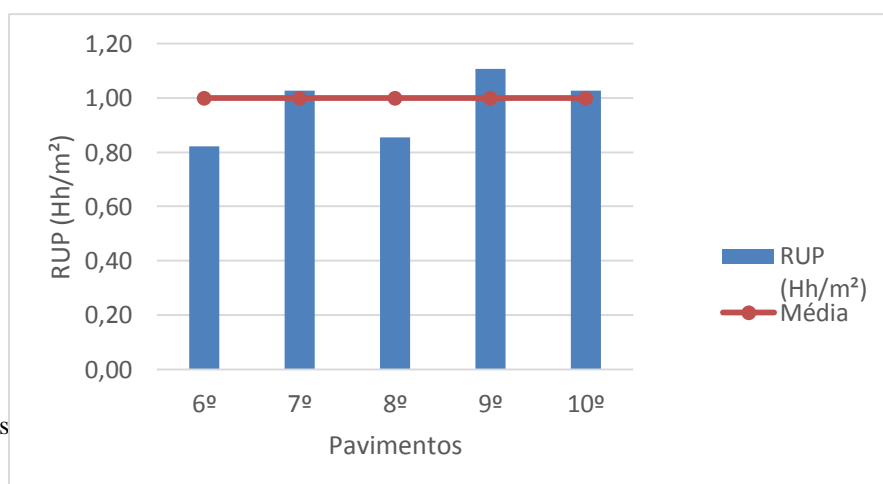
Tabela 1: Levantamento de indicadores de produtividade da mão de obra

Pavimento	Quant. de alvenaria utilizada (m ²)	Duração do serviço (dias)	Horas trabalhadas	Número de oficiais	Hh (Homens-hora)	RUP (Hh/m ²)
6º	428,09	10	88	4	352	0,82
7º	428,09	10	88	5	440	1,03
8º	428,09	7	61	6	366	0,85
9º	428,09	9	79	6	474	1,11
10º	428,09	11	88	5	440	1,03
MÉDIA RUP (Hh/m²)						0,97

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Na Figura 2, observa-se por meio de análise gráfica o indicador de produtividade referente a cada pavimento e a comparação destes com o indicador médio encontrado. As oscilações do indicador RUP observadas pela análise gráfica (Figura 2) são decorrentes de fatores distintos, quais sejam: disponibilidade de equipamento para transporte vertical, rotatividade e treinamento de funcionários.

Figura 2: Razão Unitária de Produção (RUP)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

De acordo com a produtividade de alvenaria levantada, a média da RUP foi de 0,97 Hh/m², o que equivale a 8,76 m²/homem dia, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Produção diária

Média Quantidade de alvenaria utilizada (m ²)	Média Duração do serviço (dias)	Média Número de oficiais	Produção diária (m ² /homem dia)
428,09	9,40	5,2	8,76

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O resultado de produtividade encontrado de 0,97 Hh/m² foi superior ao de outros autores que realizaram o mesmo estudo. Falcão (2010) alcançou um RUP de 0,35 Hh/m² em alvenaria de vedação com a utilização do bloco cerâmico. Já Lordsleem (2011), em parceria com o Sinduscon – PE, realizou um estudo denominado Programa Obra Monitorada, apresentando o indicador de produtividade de 0,84 Hh/m², sendo alvenaria executada em blocos de concreto.

Esperava-se encontrar indicadores próximos ou inferiores ao indicador médio estabelecido pela TCPO (2010), igual a 0,64 Hh/m², sendo este indicador para alvenarias executadas sem o auxílio do projeto de alvenaria de vedação. Acredita-se que o valor encontrado não atingiu o esperado, por ser a primeira vez que a construtora edifica com a utilização do projeto de alvenaria de vedação racionalizada. Ademais, deve-se levar em consideração os problemas encontrados, como ausência de paletes para organização dos blocos cerâmicos a serem distribuídos no local de uso e a rotatividade de funcionários. Isso resultou na alocação de equipe de produção sem treinamento. O que se agravou no período da execução do 9º pavimento, a qual obteve-se um índice produtividade mais crítico, esses fatores contribuíram para o resultado desfavorável.

Para o cálculo do índice de perda de bloco cerâmico, foi utilizada a Equação 1 - Indicador de Perda (IP) - sendo a sua unidade de medida dada em porcentagem (%). Abaixo, na Tabela 3, estão expostos os resultados do levantamento feito *in loco* de acordo com as visitas ao empreendimento (Quadro 1), caracterizando o período de 30 de março de 2016 a 30 de maio de 2016. Tendo sido levantados 5 pavimentos neste intervalo, o índice de perda de bloco cerâmico foi de 2,17%.

Tabela 3: Perda de blocos cerâmico do 6º ao 10º pavimento

Quant. de alvenaria levantada em projeto (m ²)	Quant. de alvenaria executada (m ²)	IP (%)
2.095,05	2.140,45	2,17%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O resultado de perda de bloco cerâmico encontrado de 2,17% foi satisfatório, uma vez que se encontra abaixo do referenciado pela TCPO (2010). De acordo com Santos (2011), a perda de blocos da sua obra em estudo foi de -2,7%, ou seja, a quantidade de alvenaria levantada em projeto foi menor que a quantidade de alvenaria utilizada. Lordsleem (2011) também monitorou a perda de blocos de concreto apresentando o indicador de 3%, sendo este superior ao indicador encontrado por este estudo.

Constatou-se que o indicador da perda de blocos cerâmicos originou-se de retrabalhos, quebra no armazenamento e transporte do material e eventuais cortes para adaptações feitas *in loco* pela ausência da análise do projeto. Desta forma, a obra poderia apresentar indicadores melhores, minimizando as causas da perda.

O armazenamento dos blocos cerâmicos era feito em locais improvisados, conforme mostra a Figura 3, uma vez que ficava próximo ao portão de carga e descarga de materiais.

Figura 3: Armazenamento dos blocos cerâmicos



Fonte: Obra em estudo, 2016.

Os blocos cerâmicos passavam por várias etapas antes de chegarem a seu destino final, qual seja, o pavimento em execução. Entre essas etapas, destacam-se: descarga e armazenamento do material, conforme Figura 3, subida do material no elevador cremalheira com a utilização de uma jericá (Figura 4) até o pavimento em execução e descarga do material no pavimento.

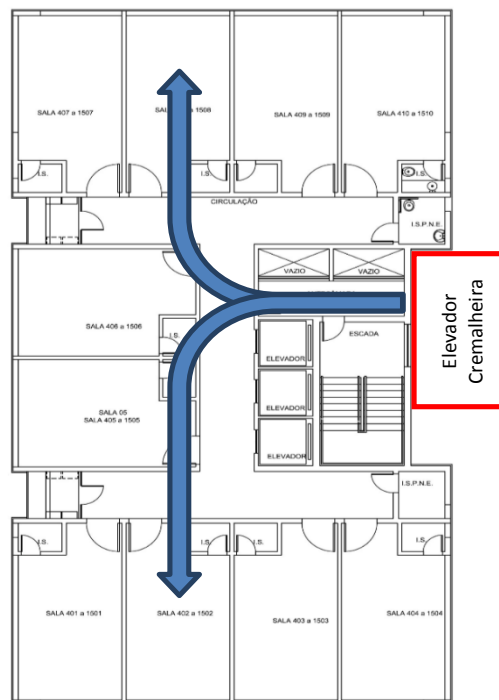
Figura 4: Transporte do material



Fonte: Obra em estudo, 2016.

Ao chegar ao pavimento, o material era depositado próximo ao local de uso, distribuído em dois setores. Na Figura 5, tem-se o mapeamento da logística de distribuição dos blocos cerâmicos.

Figura 5: Logística de material



Fonte: Adaptado de obra em estudo, 2016.

A marcação (Figura 6) da alvenaria era realizada pelo encarregado e um oficial mediante a definição dos eixos principais do edifício. Em seguida, iniciava-se a elevação (Figura 7) com a equipe de produção que era em média de 5,2 oficiais.

Figura 6 – Marcação de alvenaria



Fonte: Obra em estudo, 2016.

Figura 7 - Elevação



Fonte: Obra em estudo, 2016.

Segundo Aquino e Melhado (2005), se a mão de obra não estiver familiarizada com o projeto para produção, a equipe apresentará dificuldades na execução, o que resultará em baixa produtividade. A falta de uma cultura setorial também é um dos fatores que implicam no desempenho da produção, uma vez que há resistência da equipe de obras na utilização do projeto e uma deficiente coordenação de projetos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o cenário atual da construção civil, a alvenaria de vedação com a implantação do projeto para produção é competitiva no mercado, uma vez que busca a racionalização do sistema construtivo, agregando possíveis ganhos, como redução do desperdício de material e aumento da produtividade. Para a alvenaria ser considerada racionalizada, a mesma deve ser integrada e compatibilizada com os projetos arquitetônicos, estrutural e instalações.

Baseando-se nos estudos, observou-se que houve uma dificuldade de execução da alvenaria de vedação com a utilização do projeto, o que gerou uma perda de produtividade e desperdício de material. Embora existam grandes dispersões entre os indicadores de produtividade obtidos em relação à média calculada para os 5 pavimentos monitorados, nota-se que é a primeira vez que a construtora utiliza o projeto de alvenaria de vedação racionalizada, o que justifica as dificuldades enfrentadas. Desta forma, a existência do projeto não foi o suficiente para racionalização da obra.

Uma das dificuldades apuradas foi a resistência da mão de obra quanto à utilização do projeto, já que, por ser acostumada a tomar decisões em campo sem planejamento ou até mesmo

embasamento técnico, empregava as mesmas metodologias correlatas à alvenaria convencional ao invés da racionalizada. Outro problema encontrado foi o armazenamento e o transporte dos blocos cerâmicos, uma vez que eram empilhados de forma inadequada, dificultando o abastecimento da jerica para transporte do material e ocasionando a quebra de blocos. Os blocos eram depositados na jerica aleatoriamente sem a verificação da quantidade de materiais necessários para cada pavimento.

É de extrema importância que a construtora invista em motivação, treinamentos, conscientização de todos os envolvidos no processo de produção e análise dos fatores intervenientes na produção da alvenaria racionalizada. Adicionalmente, a logística de material deve ser considerada em projeto, uma vez que este interfere diretamente na produção e na perda do material. Deve ser definida a forma de entrega do material pelo fornecedor por meio de paletes, identificando o quantitativo de blocos, facilitando o transporte vertical do material e a sua entrega no local de utilização. Para um bom desempenho da execução da alvenaria racionalizada, é necessário que a coordenação de projeto atue efetivamente no monitoramento do serviço, fornecendo apoio à equipe de produção para avaliação da implantação do projeto, propondo melhorias no processo quando se julgar pertinente.

Verificando-se a contribuição da mão de obra para o resultado satisfatório de indicadores relacionados à produção, sugere-se para os próximos estudos a análise da gestão de pessoas no processo de implantação de projetos para produção, apresentando quais as premissas necessárias para que a alvenaria racionalizada seja implantada com sucesso.

REFERÊNCIAS

AQUINO, J. P. R.; MELHADO, S. B. Diagnóstico das dificuldades no uso de projetos para produção de vedações verticais. São Paulo. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 2005. 19 p.

BARROS, M. M. B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: vedações verticais, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1998. p.21-48. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/acervos/index#>>. Acesso em: 15 maio 2016, 15:08:26.

BOGADO, J. G. M. **Aumento da produtividade e diminuição de desperdícios na construção civil: um estudo de caso - Paraguai**. 1998. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. 2010. 251 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CORRÊA, C. V.; ANDERY, P. R. P. Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos - USP**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.104-125, 2006.

FALCÃO, T. F. **Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em um canteiro de obra para execução de alvenarias e revestimentos de argamassa**. 2010. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

LORDSLEEM Jr., A. C. **Execução e Inspeção de Alvenaria Racionalizada**. 1ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 104 p.

_____. **Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto: Melhores Práticas de Aplicação**. São Paulo: Seminário de Alvenaria - Concretoshow, 2011. 45 slides, color.

_____. **Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto: Melhores Práticas**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, 2012. 61 p.

LORDSLEEM Jr., A. C; MELHADO, S. B. Análise de escopo do projeto para produção da alvenaria de vedação. **Gestão & Tecnologia de Projetos - USP**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.3-14, 2011.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 294 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PEÑA, M. D. **Método para a elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SANTOS, F. C. **Avaliação das melhorias obtidas por meio da implantação do projeto de alvenaria de vedação**. 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenaria de vedação**. 2003. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, I. S. B.; MELLO, M. T. C.; PIMENTA, H. C. Método de racionalização no canteiro de obras: um estudo de caso na indústria da construção civil da cidade do Natal/RN. **Pesquisa & Desenvolvimento Engenharia de Produção**, Itajubá, v. 9, n. 1, p.1-14, 2011.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p.33-46, 2004.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros**: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005. 128 p.

TCPO. **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13ª ed. São Paulo: Pini, 2010.630 p.