



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

A CONTRIBUIÇÃO DOS PROJETOS DE PRODUÇÃO DE ALVENARIA PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cássia Villani Corrêa (1); Paulo Roberto Pereira Andery (2)

(1) Departamento de Engenharia de Produção – Escola de Engenharia – Universidade de Minas Gerais, Brasil – e-mail: cjarquitetos@cjarquitetos.com.br

(2) Departamento de Materiais e Construção Civil-Escola de Engenharia-Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil-e-mail: paulo@demc.org.br

RESUMO

Proposta: Tendo em vista a crescente preocupação referente à valorização e incorporação dos conceitos de desenvolvimento sustentável, sobretudo em relação a procedimentos de reciclagem de materiais descartados na construção civil, este artigo pretende discutir o papel dos projetos para a produção de alvenaria de vedação como agentes mitigadores de redução de desperdícios e elevação de custos em canteiros de obras, através da incorporação de ações racionalizadoras, implementadas a partir das fases iniciais de elaboração dos projetos de um edifício. **Método de pesquisa/abordagens:** O método de pesquisa utilizado foi o levantamento de características quanto às tecnologias adotadas pelas empresas e avaliação das intervenções realizadas em empresas estudadas pela introdução de novos processos executivos referentes à alvenaria de vedação, com base em conceitos de racionalização construtiva. **Resultados:** A utilização dos projetos de produção de alvenaria através da adoção antecipada de medidas racionalizadoras incorporadas na fase projetual promoveu a redução do volume de entulho e desperdícios gerados, com a conseqüente minimização do impacto ambiental provocado por estes fatores. **Contribuições:** para os programas de desenvolvimento de gestão de resíduos sólidos na construção civil pela redução do volume do material a ser reciclado e conseqüente redução de perdas financeiras.

Palavras-chave: projeto de produção de alvenaria de vedação, redução de entulho; racionalização de processos.

ABSTRACT

Propose: The present work aims at discussing the role of masonry design, focusing production optimization, as a tool for waste reduction of building materials, in a context of sustainable construction, as well as its impact on cost reduction. The implementation of such projects is discussed, and its use on earlier stages of design development is emphasized. **Methods:** By means of case studies, the use of design for production tools, a set of surveys applied on sites, as well as processes oriented design mechanisms are presented and discussed. **Findings:** It is demonstrated that design for production of masonry is an efficient tool for waste reduction and production rationalization in building construction projects, minimizing its environmental impact.

Keywords: masonry design for production; waste reduction; construction processes optimization.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O impacto da geração de entulhos na construção civil

O setor da construção civil é conhecido como um dos grandes responsáveis pelos impactos ambientais no Brasil. Esses impactos começam pela grande quantidade de recursos naturais e energia utilizados na produção e transporte de matérias primas, passam pela concepção do projeto (design com preocupação exclusivamente estética, má escolha de materiais e conceitos de conforto ambiental desconsiderados) e terminam em grande volume de resíduos resultantes de técnicas de construção artesanais empregadas por uma mão-de-obra desqualificada (I ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1997).

O entulho produzido pelo setor é hoje um grande problema que afeta diretamente o meio ambiente, trazendo sérias consequências como a degradação do solo, o assoreamento dos rios e a destruição das matas ciliares quando despejado em local inadequado. Constata-se uma grande preocupação tanto dos órgãos públicos quanto das empresas do setor na adoção de medidas para conter o desperdício e a geração de entulhos nos canteiros. O destino do entulho passa a ser uma questão de cidadania. Não adianta ter em mente apenas o imóvel a ser construído. É preciso pensar no meio ambiente. Para cada tonelada de lixo urbano coletado no país, são recolhidas duas toneladas de entulhos da construção civil. Isto significa que, hoje, a indústria da construção civil é responsável por cerca de 40% do lixo urbano. Rocha, John (2003) afirmam que “em qualquer sociedade, a quantidade de resíduos gerados supera a quantidade de bens consumidos”, assim como John et al (2001) salientam que “construção de má qualidade é desperdício de recursos”. Segundo Branco (2004), desperdício não pode ser visto somente como o material refogado no canteiro (rejeitos), mas toda e qualquer perda durante o processo de produção. Nesse sentido, as perdas de materiais recebem maior atenção porque constituem a parcela mais visível das perdas, e não podem ser consideradas como sendo apenas aquelas advindas do entulho gerado, mas também do material consumido em excesso ou desnecessariamente.

Entretanto, observa-se que a preocupação fica restrita à diminuição das perdas visíveis, como se verifica nos programas de gestão de resíduos sólidos para a construção civil, focados num processo de seleção, reciclagem e transformação dos chamados entulhos de obra. Ou seja, conforme salientado por Branco (2004), em esforços concentrados nas atividades de conversão, em detrimento de uma abordagem mais sistêmica, possibilitando, inclusive, o estudo antecipado de redução destas perdas a partir de considerações e conceitos inseridos na atividade projetual. A conscientização, por parte dos empreendedores, do conceito de perdas na forma de geração de entulho, consumo excessivo de argamassa, falta de padronização dos processos e improvisação das soluções construtivas na construção civil é o elemento básico para a implementação de novos princípios para o desenvolvimento de subsistemas de produção de alvenaria racionalizada de vedação desde o projeto até o canteiro de obras.

No caso específico das perdas associadas ao processo de elevação da alvenaria e a título de exemplo, as Figuras 1, 2, e 3 ilustram a situação em que a inexistência do projeto racionalizado de produção de alvenaria nestes canteiros estabelece um caráter de improvisação, desperdício e aumento de entulho e custo pelo uso indiscriminado de argamassa e corte de alvenaria para embutimento das tubulações.



(1)



(2)



(3)

Figura 1-aspectos comuns na alvenaria tradicional: (1) geração de entulhos, (2) corte em alvenaria para embutimento de tubulações e (3) consumo excessivo de argamassa

Além da geração de entulho pela quebra da alvenaria para passagem de tubulações e o consumo maior de argamassa para preenchimento dos rasgos, outro problema comum e freqüente reside na ausência, durante a concepção de um produto, de um vínculo com processo de produção, construtibilidade e manutenibilidade nas soluções adotadas, o que induz a um índice alarmante de perdas financeiras quanto ao desperdício e mau desempenho dos materiais. Nesse contexto, passa a ser importante a análise do potencial dos projetos para a racionalização e produção da alvenaria como ferramentas de redução do impacto ambiental dos processos a eles associados.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é discutir o papel dos projetos de produção de alvenaria de vedação como agentes mitigadores de redução de desperdícios e elevação de custos em canteiros de obras, através da incorporação de ações racionalizadoras incorporadas ainda nas fases iniciais de elaboração dos projetos de um edifício. Para isso, são apresentadas algumas ferramentas, relativas à interface projetista – construtora, utilizadas durante a atividade projetual.

3 METODOLOGIA

A metodologia para elaboração e implantação dos projetos de produção de alvenaria proposta é baseada no levantamento de dados, em diversos empreendimentos de construção de edificações, através da aplicação de ferramentas tais como:

- Questionário de reconhecimento da cultura processual das empresas para levantamento de dados, ou seja, checklists focados no levantamento de aspectos relativos à cultura construtiva das empresas;
- Pesquisa de satisfação do cliente (obra), contendo itens de avaliação do projeto de produção de alvenaria, conduzida junto ao engenheiro responsável e/ou mestre de obras, abordando aspectos relativos à produtividade, motivação, dificuldades, assimilação do processo, redução de desperdícios;
- Registro fotográfico ao longo da execução da alvenaria para acompanhamento físico do desenvolvimento dos trabalhos, dos resultados e da metodologia proposta.

3.1 Caracterização dos métodos

3.1.1 Questionário de reconhecimento da empresa

Este questionário é aplicado no momento da contratação do projeto racionalizado de alvenaria e objetiva o levantamento das características próprias de cada empresa, aspectos esses que são condicionantes na elaboração e implementação de projetos de produção nos canteiros, para que os mesmos sejam compatíveis com os processos construtivos adotados.

Contém as seguintes informações:

- Especificações de piso e espessuras: interferência no nível dos vãos de portas;
 - Utilização do sistema porta-pronta: definição dos vãos em osso;
 - Utilização do sistema laje nível zero: interferência na paginação vertical e na determinação da junta de regularização;
 - Utilização de pré-moldados em vergas/ contravergas/ shafts: definição de parâmetro projetual;
 - Especificação de revestimento das fachadas: interferência na definição de vãos de esquadrias;
 - Utilização de eixos para adoção de sistema de cotas acumuladas;
 - Utilização de junta vertical preenchida: alvenaria externa/alvenaria interna/ em nenhuma das duas;
- definição de fornecedor de blocos;
- Utilização de fachada ventilada: definição de fiadas “estruturais” para chumbamento de inserts de fixação das placas de fachada;
 - Sistema estrutural adotado: laje maciça ou nervurada.

Todos estes processos ao serem adotados pela empresa têm seu impacto nas decisões a serem tomadas pelo projetista de alvenaria no momento do desenvolvimento deste projeto. A análise destas informações objetiva avaliar o potencial de racionalização a ser inserido no projeto, cujo reflexo incide na maior ou menor possibilidade de redução de desperdícios sob a forma de entulho e excesso de argamassa, baixa produtividade, improvisação e falta de padronização. Em dez empresas onde o projeto de alvenaria foi implantado, foram tabulados, e indicados aqui a título de exemplo, os dados deste questionário para levantamento e caracterização das tecnologias utilizadas.

PROCESSO	PORTA-PRONTA	CONTRAPISO ZERO	FACHADA VENTILADA	VERGAS	SHAFTS	FORRO GESSO TOTAL	ARGAMASSA VERTICAL	
				CONTRA-VERGAS PRÉ-MOLDADAS	PRÉ-MOLDADOS		ALV. INT.	ALV. EXT.
EMPREEND.								
A1	NÃO	NÃO	SIM	SOMENTE VERGAS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
A2	SIM	NÃO	SIM	SOMENTE VERGAS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
B1	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SEM POSIÇÃO	SEM POSIÇÃO
C1	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
D1	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
E1	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
F1	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
F2	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
G1	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
H1	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM

Tabela 1- caracterização dos empreendimentos quanto às tecnologias utilizadas

Analisando a Tabela 1, nota-se que os processos tecnológicos mais comuns nas empresas são aqueles relativos à utilização de pré-moldados para fechamento de shafts, a utilização de argamassa vertical somente nas paredes externas e contra-piso zero.

Percebe-se uma heterogeneidade na adoção de sistemas e procedimentos executivos pelas empresas pesquisadas. Essas especificidades processuais devem ser levadas em conta pelo projetista na elaboração do projeto de alvenaria.

Ao se introduzir alguma tecnologia ou procedimento executivo distinto do habitual, é necessário verificar a pré-disposição da empresa quanto à introdução de inovações que eliminem as improvisações e ineficiências no processo produtivo.

Esta pré-disposição foi percebida no caso na empresa B1, que em um primeiro momento, ao preencher o questionário, descartou a adoção do sistema porta-pronta. Entretanto, esta decisão foi alterada no decorrer do desenvolvimento da atividade projetual, o que implicou a revisão conceitual de todo o projeto. Em função dos resultados obtidos, esse sistema tecnológico foi incorporado aos métodos de trabalho da empresa nos lançamentos que se sucederam, como ilustra a Figura 4.



Figura 4-utilização do sistema porta pronta

A empresa A (empreendimentos A1 e A2) foi a única que desenvolveu uma tecnologia específica para fachadas ventiladas. Este conceito foi desenvolvido com a participação simultânea de uma equipe multidisciplinar composta pelo projetista de alvenaria, fornecedor, empreendedor e engenheiro de obra, de modo que a solução adotada atingiu as metas de racionalização e precisão técnica quanto ao posicionamento dos inserts em fiadas estruturais previamente estudadas, conforme ilustra a Figura 5.



Figura 5-posicionamento de fiadas para fachada ventilada

3.1.2 Pesquisa de satisfação de clientes

Esta ferramenta objetiva, ao final da execução do subsistema alvenaria, avaliar os resultados da implantação do processo, dificuldades enfrentadas, comentários e sugestões.

Este questionário contempla os seguintes itens de avaliação quanto ao:

- Nível de interesse e motivação dos operários;
- Dificuldades na execução quanto à marcação das lajes, marcação da 1ª fiada, elevação da alvenaria, cortes nos blocos, chumbamento de caixas, embutimento de tubulações, execução de elementos pré-moldados;
- Uso de gabaritos;
- Prumo;
- Produtividade;
- Redução de custo quanto à redução da argamassa, entulho e limpeza;
- Blocos cerâmicos e fornecedor;
- Apresentação do projeto quanto às informações, ao atendimento as modificações, dificuldades de compreensão, sugestões de melhorias.

Por fim é solicitada uma avaliação final do processo, quanto à sua repetição em outro empreendimento, evidenciando as suas vantagens e desvantagens.

Alguns resultados levantados em pelo menos dez empreendimentos onde foi aplicado este questionário ao final da execução da alvenaria racionalizada demonstram que:

- O nível de interesse e motivação está diretamente relacionado a fatores como a forma de contratação do pessoal de obra, pois no caso de empresas com mão-de-obra própria, a motivação quanto ao uso dos projetos para a produção é bem mais alta do que em empresas cuja alvenaria foi executada por equipes de empreiteiros, interessados em produzir de forma rápida e ineficiente, para dar terminalidade aos serviços, em detrimento, na maioria das vezes da qualidade, pela não-observância dos processos e metodologias explicitados no projeto;
- As maiores dificuldades levantadas foram detectadas também nas empresas com mão-de-obra por empreitada. Nesses casos, pode ocorrer a contratação tardia dos projetos, reduzindo seu potencial de racionalização da produção. Além disso, são mais frequentemente encontradas barreiras culturais para a utilização dos projetos. Nessas situações, o operário não está acostumado seguir as orientações contempladas em cada desenho da alvenaria, voltando-se para o método convencional baseado na improvisação e gerando assim maiores desperdícios;
- Em relação à aferição do índice de produtividade entre as empresa, percebeu-se que, apesar do processo em si provocar uma baixa na produtividade média, as empresas obtiveram um resultado bem linear, o que indica que equipes de empreiteiros e mão-de-obra própria produziram a alvenaria racionalizada em índices bem próximos.

Como aspecto de destaque, todas as empresas constataram que houve uma significativa redução de entulho em função da minimização de quebras e redução argamassa utilizada no processo e que repetiriam este processo em outros empreendimentos.

3.1.3 Registro fotográfico

Realizou-se um levantamento fotográfico como forma de registro da execução do procedimento com a possibilidade de evidenciar dificuldades, erros adaptações ao processo. As Figuras 4 e 5 apresentadas neste trabalho foram extraídas deste levantamento fotográfico realizado durante o acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos para avaliação dos resultados do processo implantado nos canteiros de obras.

3.2 Condições para obtenção de melhores resultados

Para que o processo atenda a parâmetros de eficiência e obtenha os resultados desejados, é necessária a observância do momento de contratação do projeto de produção de alvenaria, no contexto da elaboração dos projetos do empreendimento, através da inserção de parâmetros projetuais em momentos iniciais de concepção dos projetos.

Segundo Venturini (2003), para que um produto seja considerado adequado e atenda aos aspectos de qualidade, custo e foco nas formas de impactos ambientais que a sua concepção envolve, deve haver uma íntima ligação entre projeto e desenvolvimento do produto, integrados ao meio ambiente. Ressalta que as diferentes etapas de desenvolvimento do projeto são fundamentais às tomadas de decisões que reduzam ou eliminem a degradação ambiental durante todo o ciclo de vida do produto.

Bandeira (2004) afirma que a otimização do processo contribui para a minimização de resíduos gerados e que “deve haver uma íntima ligação entre projeto, desenvolvimento do produto e homem-meio ambiente, para que o projeto seja considerado bom”. O projeto de produção de alvenaria racionalizada tem o seu foco, portanto, na redução do entulho, um processo sem cortes e preenchimento posterior de argamassa para embutimento das tubulações, sem geração de entulho e retrabalhos, proporcionando uma obra limpa.

A possibilidade de incorporação de diretrizes racionalizadoras do processo de produção de alvenaria nas etapas iniciais de concepção do empreendimento é de fundamental importância para que se acrescente a dimensão ambiental à etapa de projeto sob a ótica de uma integração entre as diversas disciplinas envolvidas e do desenvolvimento de ferramentas avançadas de suporte à tomada de decisões, visando sempre à otimização e a retroalimentação do processo” (JOHN el al, 2001).

4. CONCLUSÃO

A contribuição dos processos racionalizados na construção civil para a gestão sustentável do empreendimento é expressa na redução de perdas e desperdícios, que lançados sob a forma de entulho, impactam o meio ambiente. Os projetos de produção, especificamente de alvenaria, foco deste trabalho, visando à racionalização destas perdas, podem ser considerados ferramentas de eficiência ecológica, em função da redução de entulhos, pela eliminação de quebras e geração de entulho. Nesse sentido, estão em plena sintonia com as diretrizes estabelecidas pela “produção mais limpa” (BANDEIRA, 2003). Acrescenta que, desta forma, os ganhos financeiros obtidos pela empresa, além de estarem presentes no orçamento, através da vantagem competitiva e na redução de consumo de recursos, estão também presentes, em longo prazo, na viabilidade dos ecossistemas e na existência dos recursos naturais. Lima (2003) também compactua com esta posição quando afirma que “independentemente da disponibilidade do material em abundância e em fornecimento, a quantidade de material utilizado em um projeto deve, sempre que possível, ser reduzida”, pois “uma menor taxa de resíduo será encaminhada ao meio ambiente”, ou seja, a racionalização e redução de componentes devem ser pensadas preliminarmente na elaboração dos projetos de produção.

Com tudo isso, a inclusão de ferramentas para racionalização da produção de alvenaria de vedação, incorporando os conceitos da produção enxuta e “produção mais limpa”, promove uma efetiva redução

do impacto ambiental das edificações. Nesse sentido, vale ressaltar a idéia de que os projetos para a produção da alvenaria podem ser integrados aos Sistemas de Gestão Ambiental das empresas, que recentemente começaram a ser desenvolvidos. A postura pragmática conduz a empresa a gerir seu sistema ambiental através de desenvolvimento de tecnologias limpas que controlem e reduzam os impactos do meio ambiente e minimizem os gastos de materiais.

4 REFERÊNCIAS

I ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. 18 a 21 de novembro de 1997, Canela. **Anais...** Editor Miguel Sattler, ANTAC, Porto Alegre, 1997.

BANDEIRA, Ana Paula V. **Aplicação do ecodesign em empresa mineira e a percepção dos funcionários: um estudo de caso.** Belo Horizonte, 2003. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de produção. Universidade Federal de Minas Gerais.

BRANCO, Luiz Antônio. **Uma análise dos impactos da certificação de qualidade em empresas de construção civil na perspectiva da construção enxuta.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de produção- Escola de Engenharia- Universidade Federal de Minas Gerais ,Belo Horizonte, 2004.

JOHN, V. et al. Agenda 21. **Uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro.** In: II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Antac, Gramado, abril de 2001.

LIMA, Rose Mary Rosa de. **Aplicação do AET como contribuição ao projeto para meio ambiente com ênfase na reciclagem.** B.H. 2003. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de Produção. 187 p.

ROCHA, Janaíde; JOHN, Vanderley. **Utilização de resíduos na construção civil.** Coletânea Habitare, v. 4, cap. 1. Porto Alegre, 2003.