

# **Desenvolvimento metodológico de subprocessos racionalizados em projetos tecnológicos de produção de alvenaria de vedação , impacto ambiental e aplicação no canteiro de obras**

Cássia Villani Corrêa-UFMG- [cjarquitetos@uai.com.br](mailto:cjarquitetos@uai.com.br)

## **Resumo**

*Considerando a alvenaria racionalizada de vedação como um produto diferencial nos processos executivos de um canteiro de obras, destaca-se como uma ferramenta de redução de custos , desperdícios e entulho lançado diariamente no meio ambiente , aumento da lucratividade, produtividade e melhoria da qualidade do produto final através do desenvolvimento e incorporação de novos produtos ou subprocessos tecnológicos e racionalizados inseridos no processo metodológico do projeto de produção de alvenaria de vedação, contribuindo para uma maior organização do sistema de produção no canteiro de obras, segundo a **ótica da racionalização construtiva** “ como um instrumento de medição de redução de custos e aumento da produtividade, bastante poderoso para permitir a transição do estágio atual para uma nova configuração mais eficiente da atividade de construir, dentro de ambientes empresariais modernos e competitivos, sendo uma de suas características importantes o estudo e a adoção de soluções racionalizadas ainda na etapa de projeto”(MELHADO, 1994) e segundo a **ótica ambiental** de que “ter menos lixo significa ter mais qualidade”. (GILNREINER,1992)*

*Palavras-chave: Subprocessos racionalizados e tecnológicos, Racionalização construtiva, Metodologia de Projeto de processo de produção de alvenaria.*

## **1. Introdução**

Novos produtos tecnológicos e inovadores estão sendo introduzidos no dia-a-dia das empresas de construção civil que querem conseguir um diferencial entre os concorrentes, dentro de uma estratégia de competitividade e diferenciação de produtos com custo mais baixo, contribuindo como agentes promotores do desenvolvimento econômico-sustentável através de investimentos para a redução de desperdícios, entulho e retrabalhos, aumento da produtividade e melhoria do meio ambiente.

Neste cenário em que a modernização das formas de produção tornou-se ferramenta importante para a melhoria da qualidade do produto final, o projeto tecnológico de produção de alvenaria de vedação, contemplando o desenvolvimento e incorporação de subprocessos racionalizados e tecnológicos, tornou-se um produto diferencial pela eliminação de cortes posteriores que geram perdas, entulho e maior consumo de argamassa e pela programação antecipada das atividades de todos os processos e subprocessos relativos à esta atividade da cadeia produtiva da construção civil. Segundo Picchi, 1993 a realização de projetos de produção constitui um fator de grande resultado na redução de retrabalhos e patologias, definindo detalhes de serviços de alvenaria, entre outros, com as decisões sendo tomadas desde o projeto, de maneira compatibilizada, garantindo soluções bem melhores que as improvisações de obra na ausência destes projetos.

## **2.O cenário de transformação do processo construtivo de alvenaria sob a ótica ambiental**

Segundo Franco (1996) é gradual a alteração dos processos construtivos tradicionais, através da aplicação de princípios como a racionalização construtiva, e sem a alteração radical dos sistemas de produção, implementando gradativamente melhorias nos processos construtivos.

A figura 1 ilustra a situação em que a inexistência do projeto racionalizado de produção de alvenaria nestes canteiros estabelece um caráter de improvisação e desperdício, conforme já afirmava Eric Trist (1950) em sua pesquisa sobre implantação de mudanças no trabalho em minas de carvão na Inglaterra: *“O hábito de se trabalhar em sistemas ruins tinha a compensação de permitir a muitos trabalhadores incorporar o seu próprio senso de ruindade no sistema”*.



Figura 1-geração de entulhos

A geração de entulho pela quebra da alvenaria para passagem de tubulações e o consumo maior de argamassa para preenchimento dos rasgos são aspectos também presentes na execução da alvenaria convencional. 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**. Rocha, John, 2003 afirmam que *“em qualquer sociedade, a quantidade de resíduos gerados supera a quantidade de bens consumidos”*.

Sob a ótica ambiental, um dos grandes problemas vivenciados hoje pela construção civil é o destino dos resíduos (entulho) gerados nos canteiros de obra. 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 conceito de perdas 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. 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. A estatística mostra que, no Brasil, para cada 100 quilos de material que entram num canteiro de obras, 25 quilos são retirados logo após como entulho. Segundo Lima (1999), a grande geração de resíduos ocasiona custos relacionados à remoção e transporte dos rejeitos, compras de materiais para compensar perdas, consumo excedente de homens-hora, etc. Analisando as informações de diversas pesquisas relativas a perdas de materiais no setor da construção civil, Lima (1999) observou, também, que a massa total de entulho retirado das obras varia de 10 a 17% da massa do edifício e os valores do impacto das perdas nos custos das obras situam-se entre 5% e 11%. Com a margem de lucro apertada situada na ordem de 10% nas empresas de construção civil, se não houvesse esta perda média de 5% no setor, esta margem seria 50% superior. Sem o controle do desperdício, estas empresas correm o risco de acabar a obra sem margem

nenhuma.

O entulho de alvenaria em todo Brasil, anualmente é calculado em 85 milhões de toneladas.

Quando um projeto de produção de alvenaria de vedação é implantado num canteiro de obras, a geração de entulho referente ao insumo tijolo deverá reduzir em até 50%, pela eliminação de cortes e rasgos na alvenaria para embutimento de tubulações.

As empresas de Construção Civil já estão atentas ao cumprimento da resolução CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - que cobra das cidades gestões específicas para os restos de obras e determina que, a curto prazo, as prefeituras encontrem soluções e proíbam o recebimento dos resíduos de construção e demolição em aterros sanitários. Desta forma, as empresas deverão encontrar soluções para beneficiamento do lixo, pois, em um futuro bem próximo, as obras só serão aprovadas quando apresentarem um plano de gerenciamento destes resíduos. Entretanto, este problema poderá ser minimizado ainda na fase projetual onde serão adotadas soluções mitigadoras para redução de custos e desperdícios através de ações racionalizadoras de projetos e processos de produção. 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”*.

### **3.Os subsistemas como produtos racionalizados inseridos na fase projetual e sua aplicação no processo de produção de alvenaria de vedação**

Considerando que, no processo de produção de alvenaria, todas as atividades e técnicas envolvidas dentro de um sistema racionalizado contribuem para a melhoria do produto final - alvenaria - dentro de parâmetros tecnológicos, visando à redução de custos, retrabalhos, quebras e eliminação de rasgos, os subsistemas racionalizados inseridos desde a fase de elaboração projetual contribuem de forma significativa na busca de melhores desempenhos de produtividade e qualidade, constituindo instrumentos reguladores do processo de execução dos edifícios e de redução de perdas e definidores da qualidade final do produto.

A idéia da introdução destes novos subsistemas foi baseada, também, na necessidade da sistematização do trabalho, pela qual os procedimentos padrões estão previamente estabelecidos (SLACK et al, 2002). Novaes (1996) alerta que *“ a complexidade existente nas interações entre componentes dos vários subsistemas que compõem elementos construtivos impõe que, nos momentos de concepção e elaboração dos projetos, sejam observadas outras exigências , relativas às atividades da produção”*, sendo que cada subsistema com seus componentes deve estar inserido na visão sistêmica do comportamento dos “macro sistemas” de um edifício, visto como um organismo em funcionamento.

Sob a ótica deste referencial teórico, os subsistemas racionalizados podem ser considerados detalhes construtivos “irrepreensíveis” conforme Eichler (1977) de todos os pontos suscetíveis ao desenvolvimento de patologias construtivas.

Subsistemas a serem descritos são:

- Subsistema de chumbamento de caixas elétricas
- Subsistema de racionalização de quantidades de componentes cerâmicos e a implantação de central de corte
- Subsistema de produtos pré-moldados (vergas/contravergas/shafts)

#### **3.1.Subsistema de chumbamento de caixas elétricas**

O pré-chumbamento de caixas elétricas permite a retirada desta atividade da área de operação e a padronização destes elementos deve estar contemplada na fase da concepção do projeto de

alvenaria, com a indicação da quantidade, especificação e posicionamento destas caixas no componente cerâmico, conforme ilustra a figura 2.



Figura 2-pré-chumbamento de caixas elétricas

### **3.2.Subsistema de racionalização de componentes modulares de quantidades de componentes cerâmicos e a implantação de central de corte**

No sistema tradicional, a distribuição e a quantidade de componentes de consumo diário são estabelecidas a critério do pedreiro. Além disso, este pedreiro ao cortar tijolos opera com perda de tempo e desperdício de material, o que demanda esforços adicionais inúteis e onerosos (OLIVEIRA,CORDEIRO,ODEBRECHT,1998).

Pela necessidade da utilização de submódulos dos componentes cerâmicos para ajuste e compensação no sistema modular,a instalação de uma central de produção e pré-fabricação de componentes equipada com instrumentos de corte, conforme mostram as figuras 3 e 4, tornou-se um instrumento facilitador e condição básica para a implantação deste subsistema.



Figura 3-central de corte de componentes



Figura 4-produção de submódulos

Esta central pode ser monitorada apenas por um operário que desempenhará o papel de um

“fornecedor interno”, funcionando como uma central de distribuição interna tanto de submódulos quanto de componentes cerâmicos com caixas pré-chumbadas conforme descrito no item 3.1.

As quantidades são indicadas no projeto, especificamente nas elevações e contemplam o número de todos os componentes a serem utilizados naquela alvenaria específica, de forma a informar ao operário a quantidade de peças necessárias a ser aprovionada para a execução do trabalho previsto naquele dia.

### **3.3.Subsistemas de produtos pré-moldados (vergas, contravergas e shafts)**

Vergas, contravergas, caixas e shafts como elementos pré-fabricados são produtos racionalizados que inseridos desde a fase de elaboração projetual também contribuem para uma maior organização da produção, além de eliminar etapas de escoramento e proporcionar a confecção antecipada à execução da alvenaria, *“racionalizando os elementos de execução e favorecendo o controle da qualidade,além de reduzir desperdícios e propiciar ambientes mais limpos na obra”* (SILVA,2003). Estes elementos estão previstos no projeto de alvenaria, detalhados e quantificados de forma a facilitar o planejamento de sua produção. Após confeccionados, são armazenados, conforme ilustra a figura 5, para serem assentados conforme indicação de local e quantidades especificadas em projeto. Silva,2003 também alerta para a necessidade de previsão de *“condições adequadas ao armazenamento e transporte dos mesmos e estabelecidos os procedimentos para o controle da qualidade”*.



Figura 5-estocagem de produtos pré-fabricados

A figura 6 ilustra a execução de shafts pré-moldados para passagem de tubulações



Figura 6-shaft pré-moldado

#### 4. Fluxograma metodológico e a inserção dos subsistemas no processo projetual

Para que se tenha um ambiente favorável à implantação de novos conceitos processuais na construção de edifícios há que se levar em conta a necessidade de uma transformação cultural e reorganização do processo de projeto nas empresas, *“atendendo as mais variadas situações construtivas e particularidades dos clientes, visando sempre a racionalização da produção”* (PEÑA,2003).

A figura 7 apresenta um modelo sequencial de etapas metodológicas do desenvolvimento do projeto de produção e a inserção dos subsistemas apresentados neste processo projetual.

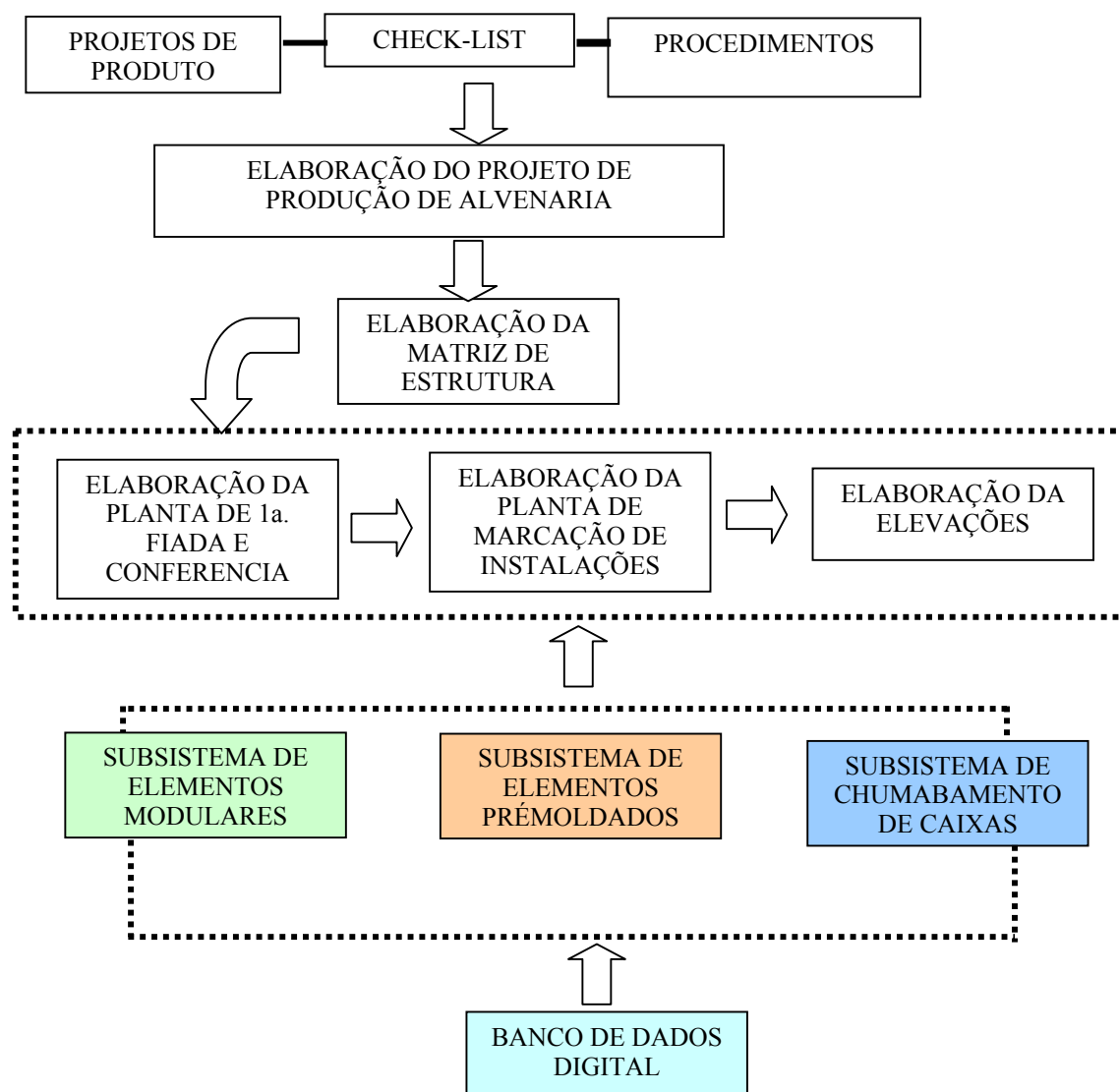


Figura 7-Modelo sequencial de desenvolvimento de projeto de produção de alvenaria

Estes subsistemas são elementos que contribuem para a formação de um banco de dados digital onde se reúnem soluções técnicas construtivas, padronizadas, experimentadas, reavaliadas e ajustadas através de um processo de retroalimentação das solicitações e necessidades reais da obra. A alimentação do banco de dados por estes conceitos de subprocessos tecnológicos possibilita a consulta e orientação na seleção de alternativas para as especificações e detalhes construtivos a partir da coleta e organização destes dados



(MELHADO,1995).As etapas de elaboração dos projetos são impactadas pela inserção destes subsistemas, desde a fase inicial de lançamento da alvenaria em planta até a fase de elaboração e modelagem das elevações.

## Conclusão

Segundo Franco (1996) a introdução dos princípios de racionalização construtiva aos processos tradicionais correspondem ao aumento de nível organizacional dos mesmos, levando-os à evolução.O desenvolvimento de subsistemas racionalizados se propõe a colaborar nesta busca de evolução contínua e de melhores soluções através da melhoria constante dos índices de produtividade,construtibilidade, impactando na qualidade do produto final, na redução de custos, entulho e desperdícios nas empresas de construção civil que optarem por adotar o projeto de processo de produção de alvenaria racionalizada de vedação, de forma que estes novos conceitos venham eliminar ou modificar as práticas de trabalho consolidadas, pela incorporação de tecnologia em etapas anteriores ao canteiro (FABRICIO,1996).

A adoção de soluções antecipadas ao processo de produção presentes nos projetos racionalizados reforça a idéia de que a consciência “ ambiental” deve estar presente ainda na fase projetual pois “*com os temas de proteção ambiental tornando-se cada vez mais importantes, os projetistas devem considerar cada vez mais estas questões em seu trabalho*” (SLACK et al ,2002).

É de grande importância, segundo Bandeira(2004), a criação de condições que viabilizem o enfoque ambiental para produtos e processos, tornando-os “ambientalmente viáveis”,ou seja, “pensar os aspectos da produção já durante o processo de projeto”(AQUINO,2004).

Torna-se imprescindível a retomada de uma consciência mais comprometida em valores não só econômicos mais também ambientais e humanos, ou seja, a pré-disposição por parte do empresariado em realizar mudanças estruturais e comportamentais, combatendo a improvisação , a ineficiência, o retrabalho e a geração de entulhos e promovendo programas de capacitação no desenvolvimento de produtos e processos na construção civil.

## Referências

- AQUINO, JANAYNA PATRÍCIA REZENDE. *Análise do desenvolvimento e da utilização de projetos para produção de vedações verticais na construção de edifícios*.São Paulo,2004.Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.Departamento de Engenharia de Construção Civil.
- BANDEIRA, ANA PAULA VENTURINI. *Aplicação do ecodesign em empresa mineira e a percepção dos funcionários:um estudo de caso*.Belo Horizonte, 2004.Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia da UFMG.
- EICHLER, F. *Patología de la construcción, detalles constructivos*.Barcelona.Editorial Blume,1977.
- FABRÍCIO, M.M. *Processos construtivos flexíveis: projetos de produção*.1996.Dissertação ( Mestrado)-Escola de engenharia de São Carlos,Universidade de São Paulo,São Carlos.
- FRANCO, L. S. Racionalização Construtiva,inação tecnológicas e pesquisas. In:*Curso de Formação em Mutirão EPUSP*, São Paulo,1996.
- LIMA, JOSÉ ANTONIO RIBEIRO. *Proposição e diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicação em argamassas e concretos*.São Carlos,1999.Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- MELHADO SILVIO B. *Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação nos casos das empresas de incorporação e construção*. São Paulo,1994.294p. Tese(Doutorado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MELHADO,S. B. et al. *Qualidade do projeto na construção de edifícios : diretrizes para elaboração do projeto de alvenaria de vedação*. São Paulo, EPUSP,1995.
- NOVAES, C.C. *Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais*. São Paulo,1996.Tese (Doutorado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo,1996.

OLIVEIRA, SÉRGIO A.; CORDEIRO Celso A.; ODEBRECHT, Clarisse. *Improvements in the ordinary work conditions of the construction bricklayer*. In: 3rd International Conference Global Safety, Bled: Slovenia, Jun.1998.

PEÑA, MONSERRAT D. *Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria*. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

PICCHI, F.A.; AGOPYAN V. *Sistemas da qualidade na construção de edifícios*. São Paulo:EPUSP,1993.15p.- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil,BT/PCC/104)

ROCHA, JANAÍDE C.; JOHN, VANDERLEY M. Utilização de resíduos na construção civil. *Coletânea Habitare*, v. 4, cap. 1.Porto Alegre, 2003

SILVA, M. M, A. *Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação*. São Paulo, 2003. 167p. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.Departamento de Engenharia de Construção Civil.

SLACK,N. et al. *Administração da produção*.São Paulo: Atlas,2002.747p.

TRIST, ERIC L. *The socio-technical perspective: the evolution of social-technical systems as a conceptual framework and as action reserach program* .New York:John Wiley & Sons,1981.Chapter two,p.19-75.