

## **PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS – RACIONALIZAÇÃO NO TRANSPORTE DE MATERIAIS DA PRODUÇÃO À UTILIZAÇÃO**

**LINARD, Roberto Sérgio Sobreira (1); HEINECK, Luiz Fernando Mählmann (2);  
GEHBAUER, Fritz (3)**

(1) Eng<sup>o</sup> Civil, Especialista em Engenharia de Produção – Instrutor e consultor do Centro de Treinamento e Assistência às Empresas do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, Fortaleza, Ceará, Brasil. Rua Júlio Pinto, 1873 – Jacarecanga – Fortaleza – Ce. E-Mail: rslinard@sfiac.org.br

(2) Eng<sup>o</sup> Civil, Ph.D. – Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC. Centro Tecnológico – UFSC – Florianópolis/SC. CEP 88.040 900. E-Mail: freitas8@terra.com.br;

(3) Eng<sup>o</sup> Civil, Mestre em Ciências na área de gerenciamento da construção, Doutor em Engenharia na área de equipamentos para construção - Diretor Instituto de Tecnologias e Gestão na Construção Civil, Universidade Karlsruhe; Diretor Escritório de Consultoria em Gerenciamento da Construção Civil, Karlsruhe, Alemanha. E-Mail: gehbauer@tmb.uka.de

### **RESUMO**

As mudanças no setor da construção civil, bem como a crescente concorrência de mercado, têm motivado as empresas construtoras tentar minorar as deficiências na gestão dos processos de modo a racionalizar seus métodos em busca de atingir os critérios competitivos de custo, tempo e qualidade. Como uma das ações da cooperação técnica Brasil-Alemanha, através do projeto COMPETIR, e da parceria entre o SENAI, SEBRAE e a GTZ Alemã, a construção civil têm sido vista como importante pólo potencial de racionalização. Trabalhos têm sido desenvolvidos neste âmbito em todos os estados do Nordeste do Brasil, sendo a produção e distribuição de argamassas importante ponto de análise. Desta forma, este trabalho discute algumas experiências de aplicação dos princípios voltados à racionalização na produção e distribuição de argamassas. Reconhecendo a importância do relato de situações normalmente encontradas nas obras acompanhadas, aplica-se neste trabalho método comparativo entre situação anterior (sem racionalização) e posterior à aplicação da metodologia. Notar-se-á no desenvolvimento deste trabalho que trajetos de transporte curtos e em linha reta são a chave da racionalização. A regra, todavia, são rampas supérfluas e caminhos em forma de "S" múltiplos, notadamente dispendiosos e improdutivos.

### **ABSTRACT**

A number of rationalization initiatives are being conducted in Brazilian construction sites due to a new competitive environment since the start of the nineties. A German-Brazilian cooperation undertaking was launched in order to achieve higher standards in terms of cost, quality and contractual time compliance. This cooperation project is called COMPETIR and brings together consulting efforts of institutional bodies like the Brazilian SENAI/SEBRAE and the German GTZ. Among many other industries the construction sector was taken as one of the most promising fields in terms of potential benefits. Mortar production, its distribution and setting were chosen as a starting point for those initiatives in several cities in the northeast of Brazil. This paper discusses a method of applying simple

rationalization principles to these construction activities, taking two examples from different sites, describing productivity improvement before and after this rationalization was applied. In general, the simple enforcement of transportation according to straight lines in short distances was enough to bring about major improvements, as compared with unnecessary vertical movements, the use of ramps and "s" shaped routes of material delivery previously used on the majority of construction sites that were observed.

**Palavras-chave:** argamassas, produção, racionalização, transporte e GTZ-COMPETIR.

**Keywords:** mortar, production, rationalization, transportation and GTZ-COMPETIR.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro de um ambiente composto por mercado limitado, ampla concorrência e recursos escassos, somente sobrevivem aquelas empresas que buscam racionalizar as suas ações. O potencial de sucesso depende, neste contexto, principalmente de um máximo de racionalidade na realização das atividades produtivas, com menor dispêndio de trabalho visando custos mais favoráveis, através de alta taxa de produtividade e um máximo de segurança e qualidade no ambiente de trabalho. Isso exige que os meios de produção sejam utilizados da melhor maneira possível.

Analisa-se metodicamente os fluxos e processos existentes, com a finalidade de descobrir: tempos de espera desnecessários, falhas na preparação e transmissão de informações, estoques intermediários evitáveis e percursos de transporte demasiadamente longos, somente para citar alguns exemplos. A análise da situação existente através de observação, medição e registro é o primeiro passo para qualquer esforço de racionalização.

O objetivo de alcançar uma maior produtividade, entretanto, somente é possível quando se implementa o segundo passo da racionalização, ou seja, a análise cuidadosa das possibilidades de melhoria. Num terceiro passo, as melhorias identificadas precisam ser introduzidas, testadas e aceitas por todos os envolvidos. Resultados devem ser avaliados e, em caso de êxito, introduzidos como novo padrão de produção e/ou distribuição de argamassa nas obras passando daí a retro-alimentar o planejamento existente ou como base para futuras atividades. Finalmente, o esforço de racionalização deve ser estabelecido como meio permanente de análise e melhoria do sistema, o que implicará, inclusive, em ganho de qualidade no processo.

## 2. REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

O processo de produção, distribuição e aplicação de mesclas na indústria da construção encontra raros exemplos de discussão acadêmica, sendo os principais autores revisados no que se segue. Já na década de oitenta, LICHTENSTEIN (1987), em um primeiro esforço nacional, propôs um método de simular o tempo e os recursos gastos nas atividades de transporte em obra, sem no entanto primeiramente executar a racionalização destes, em termos de distâncias e cargas movimentadas. Sob o ponto de vista internacional, OGLESBY et al (1989) discutem os vários métodos oferecidos pela disciplina de Tempos e Movimentos para racionalizar o trabalho em obra, apresentando exemplos ligados a pré-

fabricação de componentes, sem focar de maneira direta os problemas dos canteiros tradicionais, com seu layout mutante. Com o advento dos Programas Setoriais da Qualidade e da Produtividade ganham destaque os esforços empreendidos na Construção Civil, consubstanciados no Manual n 4 da Série Sebrae (Santos et al, 1996), cujos resultados são originários da dissertação de mestrado do primeiro autor (Santos 1995). Em ambos trabalhos a discussão sobre métodos passíveis de serem aplicados, as vantagens em termos de redução de desperdícios e a elaboração de check-lists para verificar a adequação do sistema de transporte em obra são as maiores contribuições, sem um direcionamento específico para a questão das argamassas. Um trabalho bem mais específicos é apresentado por GUEDERT (1993) um pouco antes, já racionalizando a produção de alvenarias e o transporte de sua argamassa, dentro do ambiente de um canteiro de obras. Entretanto não são oferecidos resultados quanto as melhorias em termos de produtividade ou custos advindos deste esforço de intervenção

A virada do século assiste um grande número de trabalhos sobre fluxos físicos em obra, influenciados pelos conceitos de Logística, Produção Enxuta. e Qualidade É o caso dos trabalhos de ALVES (2000), CRUZ (2004), LINARD (2000). A tônica dos trabalhos é a discussão conceitual, ainda que o segundo autor apresente dados sobre produtividade em obra em serviços que envolvem argamassas, observados em cerca de 17 canteiros de obras na cidade de Belém do Pará. Os dados foram obtidos observando o trabalho como ele era executado, sem discutir-se a necessidade de sua prévia racionalização. A comparação entre os melhores e os piores canteiro, informação esta obtida de maneira qualitativa, permite antever o potencial que a racionalização da produção, transporte e distribuição das argamassas guarda dentro de si.

Trabalhos mais abrangentes são apresentados por Gehbauer (2003, 2004), onde além dos aspectos conceituais são descritas aplicações em canteiros de obras tanto do Brasil como da Alemanha. Ambos livros permitem o projeto do sistema de produção para as argamassas, como proposto por SLACK (1999) para qualquer sistema industrial, sem no entanto ainda apresentar dados comparativos da situação antes e após a intervenção.

Finalmente foi encontrado apenas o trabalho de ELIAS et al (1998) especificamente sobre argamassas , tratando de um sistema de pedidos de material por parte das frentes de trabalho. Em paralelo, o trabalho de SAURIN et al (2004) discorre sobre e operação de andaimes suspensos utilizados para fazer a aplicação de argamassas no revestimento externo. Apesar do enfoque ergonômico, o trabalho é relevante para a discussão teórica que se quer aqui estabelecer, na medida que sai do plano conceitual e se direciona em profundidade a aspectos técnicos e operacionais do trabalho. Acredita-se que este aprofundamento é necessário no estado atual das pesquisas no país sobre a produção em canteiro de obras.

### **3. A TRADICIONAL INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E A PRODUÇÃO/DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSAS**

A indústria da construção civil é basicamente uma indústria móvel de “Lay Out” dito *Posicional ou Fixo* com uma freqüente mudança dos locais de produção. O caráter único e provisório da totalidade dos canteiros de obra, bem como o dinamismo de diferentes etapas a executar, normalmente são as justificativas para não se buscar melhorias nos ciclos de produção das argamassas. O processo OBSERVAR-MEDIR-REGISTRAR-ANALISAR-

REFLETIR-MELHORAR não faz parte do instrumental diário das pessoas que planejam e executam os trabalhos na construção civil.

Os métodos normalmente surgem de modo espontâneo, sem uma análise mais cuidadosa sobre o melhor local para a central de produção de argamassa, estoque de agregados e aglomerantes ou até mesmo sobre as formas e caminhos de transporte. Todos acabam pagando um alto preço por esta improvisação. A equipe de produção por esforços adicionais desnecessários no transporte e a empresa como um todo por repassar aos seus preços de comercialização um custo aumentado por equipes super dimensionadas, desperdícios por estoques intermediários e baixos índices de produtividade.

As situações a seguir, ilustradas nas figuras 1 e 2, mostram casos identificados em canteiros de obra reais no Brasil de modo não racionalizado.

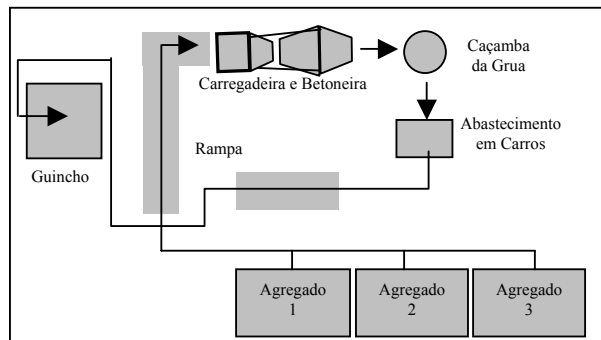


Figura 01 – Exemplo de fluxo não linear na produção de argamassa

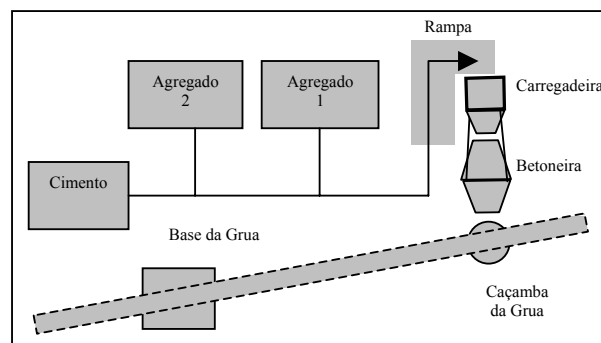
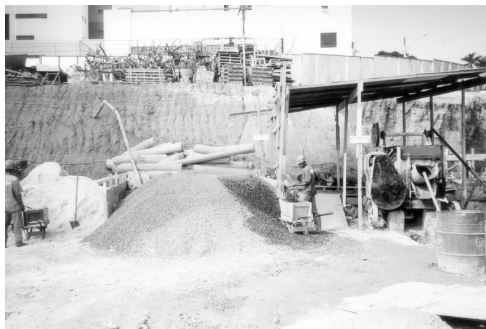


Figura 2 – Exemplo de fluxo com longas distâncias para deslocamento de materiais

São notórios os potenciais de racionalização nas situações apontadas nas figuras de 1 a 2. O caso da figura 1 é grave, pois além de ser facilmente observável caminhos em múltiplos “S”, observa-se a interferência na circulação entre a equipe que abastece a betoneira e a equipe que alimenta a obra com argamassa. Ademais, o fato mais grave ilustrado na figura 1 é a de uma grua ser utilizada apenas para retirar a argamassa produzida para uma bandeja disposta no chão, onde os operários efetuam o carregamento de carrinhos de transporte para que a argamassa abasteça a obra através do guincho.

Já para a figura 2, além da análise gráfica possibilitada pelo croqui à direita, apresenta-se dados na tabela 1 referentes a preparação de uma argamassa de traço 1:2:5 em volume:

Tabela 1 – Distâncias totais de transporte para confecção de 01 traço

Item	Distância Unitária de Transporte	Viagens Necessárias	Distância Total de Transporte
Aglomerante Cimento	25 metros	01	25 metros
Agregado 1	8 metros	02 Padiolas(35x45x22cm)	16 metros
Agregado 2	14 metros	05 Padiolas(35x45x22cm)	70 metros
Distância Total de Transporte para 01 Traço			111 metros

Para cada traço é necessário um esforço de 111 metros de transporte, além de um esforço vertical, não contemplado na tabela 1, devido a rampa para acesso à carregadeira da betoneira. Supondo que diariamente é necessária a elaboração de 25 traços, no decorrer de 18 meses de produção obtém-se que serão percorridos cerca de 2.200 km(111m/traço x 25 traços/dia x 22 dias/ mês x 18 meses x 2) só para alimentar a betoneira e retornar. Supondo ainda uma velocidade média de transporte de 3 km/h, obtém-se que serão necessárias cerca de 750 HH, o que equivale a pelo menos 3 meses e meio de trabalho de um homem.

#### 4. PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSA APÓS RACIONALIZAÇÃO – BENEFÍCIOS OBTIDOS

Observa-se na figura 3 a seguir, relativa a uma obra de configuração semelhante ao caso citado na figura 1, uma alternativa racionalizada, onde agora os silos de agregados estão localizados de tal forma que o fluxo de materiais dar-se-á de modo linear e através de distâncias mínimas, sendo agora a grua utilizada como meio de transporte para alimentação da obra.

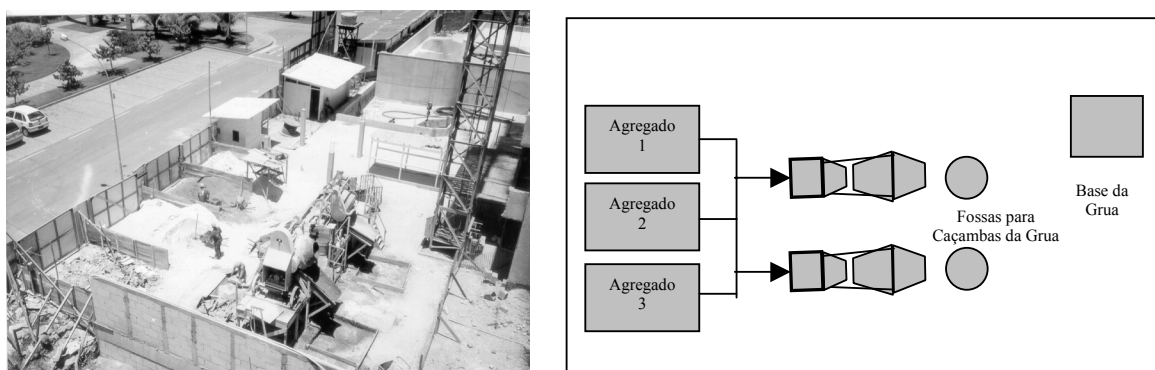


Figura 3 – Exemplo de fluxo racionalizado com deslocamentos curtos e lineares

Ao adotar-se um comportamento de racionalização, buscando aplicar o processo de OBSERVAR-MEDIR-REGISTRAR-ANALISAR-REFLETIR-MELHORAR, busca-se a linearização de todo o processo. As curvas desnecessárias são eliminadas, os agregados e o cimento passam a permanecer armazenados próximos à betoneira e agora, ao posicionar a borda da carregadeira da betoneira rente ao nível do terreno, evita-se o esforço adicional humano no transporte vertical.

Já o esquema apontado na figura 4 ilustra as mudanças propostas para a situação identificada na figura 2:

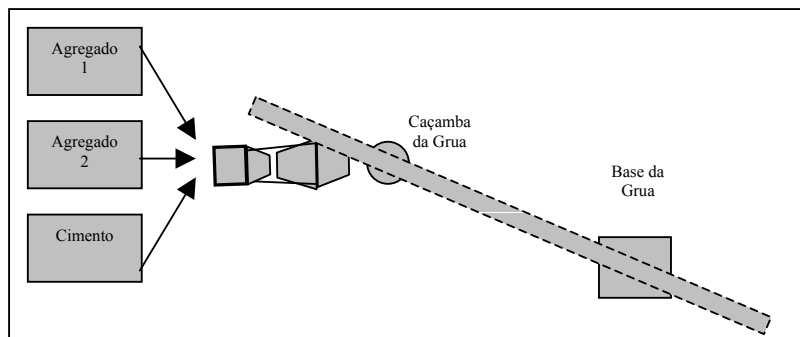


Figura 4 – Exemplo de fluxo racionalizado com minimização das distâncias de transporte

Para análise da nova situação, além do esboço acima, aponta-se na tabela 2 dados referentes à preparação da mesma argamassa de traço 1 : 2 : 5 em volume:

Tabela 2 – Distâncias Totais de Transporte para confecção de 01 traço

Item	Distância Unitária de Transporte	Viagens Necessárias	Distância Total de Transporte
Aglomerante Cimento	5 metros	01	5 metros
Agregado 1	5 metros	02 Padiolas(35x45x22cm)	10 metros
Agregado 2	3 metros	05 Padiolas(35x45x22cm)	15 metros
Distância Total de Transporte para 01 Traço			30 metros

Percebe-se agora que para cada traço é necessário um esforço de 30 metros de transporte. Supondo a mesma demanda diária por este traço no decorrer de 18 meses de produção, obtêm-se que serão percorridos aproximadamente 594 km(30m/traço x 25 traços/dia x 22 dias/ mês x 18 meses x 2) para alimentar a betoneira e retornar. Supondo a mesma velocidade média de transporte de 3 km/h, obtêm-se que serão necessárias aproximadamente 200 HH, o que, refletido em diárias de um homem da produção, equivale a aproximadamente 1 mês de trabalho, reduzindo a menos de um terço os custos com a mão de obra de transporte.

Outras possibilidades de melhoria são facilmente identificadas, como por exemplo: estocar o cimento ao lado da betoneira, ou até mesmo aumentar as dimensões das padiolas utilizadas no transporte dos agregado o que reduziria a quantidade de viagens do silo à carregadeira e conseqüentes retornos. Este aumento de dimensões pode parecer inapropriado, pois aumentaria a massa a transportar, no entanto desta feita o operário não teria mais as rampas nem as grandes distâncias observadas na configuração anterior ao processo de melhoria proposto.

## 5. CONCLUSÕES

Observa-se que as empresas construtoras estão em busca de melhorias operacionais que se reflitam em ganhos de produtividade e melhoria de condições de trabalho. Dentro deste contexto, as contribuições obtidas ao adotar-se um pensamento voltado à otimização dos recursos mostram-se compensatórias. Os estudos desenvolvidos através do projeto COMPETIR nas capitais do Nordeste brasileiro têm mostrado importantes potenciais para a racionalização.

Compete às empresas construtoras prosseguirem neste processo contínuo em busca de melhorias para que os futuros padrões de planejamento e produção prevejam e utilizem cada vez menos recursos para obtenção de resultados cada vez melhores.

Buscou-se com este trabalho contribuir para o fomento de ações de observação sobre o que e como estão sendo executadas obras na realidade brasileira e para o despertar à reflexão simples sobre o seguinte questionamento “*o que é impossível fazer hoje, mas que, se fosse feito, melhoraria?*”.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- T. C. L. ALVES, Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras. Proposta baseada em estudos de caso. Dissertação de Mestrado em Eng<sup>a</sup> Civil – UFRGS – Porto Alegre, RS, 2000;
- A. L. G. CRUZ, Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos na construção civil, uma abordagem logística, 10<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18 a 21 de Julho/2004 – São Paulo, SP;
- S. J. B. ELIAS, R. T. SILVA, M. O. LEITE, C. ARAÚJO FILHO, Procedimento de distribuição de argamassa em obras verticais: sistema de previsão de entrega – Estudo de caso, 7<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Abril/1998 - Florianópolis, SC;
- F. GEHBAUER, M. EGGENSBERGER, M.E. ALBERTI, S. A. NEWTON, Planejamento e gestão de obras, um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. Brasil, SENAI, 2003;
- F. GEHBAUER, Racionalização na construção civil. Recife, Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004;
- L. O. GUEDERT, Programa de melhoria de qualidade das alvenarias – O caso do convênio Frechal/ UFSC, 5<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Outubro/ 1993 - São Paulo, SP;
- N. B. LICHTENSTEIN, Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares. Tese de Doutorado – USP – 1987;
- R. S. S. LINARD, Implantação e certificação de sistema da qualidade em uma empresa construtora cearense segundo a NBR ISO 9002. Fortaleza, 2000. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará;
- C. OGLESBY, H. PARKER, G. HOWELL, Productivity Improvement in Construction, New York, McGraw-Hill, 1989;

A. SANTOS, Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais: um estudo de caso. Mestrado em Eng<sup>a</sup> Civil – UFRGS – Porto Alegre, RS, 1995;

A. SANTOS, C. T. FORMOSO, E. ISATTO, E. LANTELME, Método de intervenção para redução de perdas na construção civil – Manual de utilização; Série SEBRAE Construção Civil N<sup>o</sup> 4, SEBRAE/RS, Porto Alegre – RS – Junho/ 1996;

T.A. SAURIN, F. ANDRADE, F. COSTA, Avaliação ergonômica da operação de andaimes suspensos mecânicos, 10<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18 a 21 de Julho/2004 – São Paulo, SP;

N. SLACK, S. CHAMBERS, C. HARLAND, A. HARRISON, R. JOHNSTON, Administração da Produção. São Paulo, Atlas, 1997.