

## O PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE ALVENARIA: ANÁLISE E APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

**Daniel Pereira Correa<sup>(1)</sup>; José Antônio Lambert<sup>(2)</sup>; Luciane Cleonice Durante<sup>(3)</sup>; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira<sup>(4)</sup>; Ivan Júlio Apolônio Callejas<sup>(5)</sup>; Flávia Maria de Moura Santos<sup>(6)</sup>**

(1) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: engdanielcorrea@gmail.com

(2) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: lambert@ufmt.br

(3) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: luciane.durante@hotmail.com

(4), Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: mcjanp@gmail.com

(5) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: ivancallejas@ig.com

(6) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: flavia\_mms@hotmail.com

### **Resumo**

*Os processos construtivos de obras civis no Brasil apresentam elevados índices de consumo de material e mão de obra, relacionados a fatores técnico-organizacionais e devido à ausência ou insuficiência de planejamento das obras. O planejamento de obras pode ser abordado em macro e micro planejamento, sendo que o primeiro apresenta as diretrizes básicas dos processos, enquanto que o segundo aborda o detalhamento das atividades e suas inter-relações nos processos. Este trabalho teve por objetivo analisar a aplicabilidade de ferramentas gerenciais no planejamento do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos, com vistas a antecipar a ocorrência de falhas no processo. Foram utilizadas ferramentas e técnicas gerenciais como Brainstorming, Diagramas de Pareto, Árvore de Falhas e a Análise de Modos e Efeitos de Falhas para a capacitação de uma equipe de planejamento do serviço de execução de alvenaria de blocos cerâmicos. Os resultados indicaram que estas ferramentas possibilitaram a elaboração de diagnóstico detalhado da atividade, identificação prévia de possíveis causas das falhas e a tomada de decisões estratégicas por parte das equipes gerenciais, reduzindo os custos e tempo de execução do serviço.*

**Palavras chaves:** Microplanejamento, alvenaria, ferramentas gerenciais, AAF, AMEF.

### **Abstract**

*The construction processes of civil works in Brazil have high rates of material and labor consumption, related to technical and organizational factors and due to the absence or lack of planning works. The planning work can be seen in macro and micro planning. The first presents the process basic guidelines, while the second discusses the details of the activities and their interrelationships in then. This study aimed to examine the applicability of management tools in planning the service of ceramic blocks, in order to anticipate the occurrence of failures in the process. We used tools and management techniques as brainstorming, Pareto Diagrams, Fault Tree Analysis and Failure Modes and Effects to capacitate a management team responsible for the executing of ceramic block. The results indicated that those tools have enabled the development of a more detailed diagnosis of the activity developed by workers, which allowed the identification of possible causes of failures in the process and the strategic decision that have to be taken by the management team to reduce cost and time.*

**Keywords:** Detailed planning, ceramic block, tools management, FTA, FMEA

## 1. INTRODUÇÃO

No planejamento de serviços da construção civil há maior preocupação com as atividades de grande impacto no cronograma financeiro, isto é, as de maiores custos. Estudos realizados por Araújo (2000) verificaram que o planejamento dos serviços da construção de um edifício se dava somente nas etapas básicas de cada serviço, contemplando apenas a relação de precedência entre uma e outra, sem a utilização de um sistema que abordasse um serviço desde seu início até a execução propriamente dita. Esse tipo de planejamento de serviços não conseguem garantir todas as informações aos gestores do processo, uma vez que não possibilitam detalhamento mais apurado das atividades e, por conseguinte, não se percebe o nível de insucessos ou, ainda, de uso impróprio dos recursos alocados.

Em toda e qualquer obra é desejável que o gestor tenha uma visão sistêmica dos processos, na intenção de criar parâmetros de gerenciamento e níveis de produção compatíveis (CARDELLA, 1999). Porém, para a perfeita execução dos serviços e atividades inerentes aos processos, o microplanejamento se faz necessário, na medida em que propõe abordar detalhes dos meios de produção, fatos intervenientes e resolver suas pendências, antes do início de cada atividade, sob pena de resultar em atividades truncadas ou retrabalhos desnecessários no transcorrer do processo. Desta forma, o microplanejamento pode ser encarado como um visão microscópica dos serviços, bem como a programação e o controle dos mesmos. Dentre os métodos mais utilizados de microplanejamento, tem-se o da detecção de falhas que visa antecipar e minimizar a ocorrências de falhas e erros durante do processo. É nesta etapa que se procura identificar os desvios com vistas a minimizar as reprogramações e, por consequência, todo o ônus gerado pelos mesmos, como retrabalhos e horas paradas.

Esta busca pela ação prevencionista, no que diz respeito à detecção das falhas, leva a antecipação de eventos e permite uma abordagem proativa por parte da gerência do processo. Algumas ferramentas de gestão podem ser utilizadas na análise e prevenção destas falhas, tais como Brainstorming, Diagrama de Pareto, Análise de Árvore de Falhas (AAF) e Análise de Modos e Efeitos de Falhas (AMEF). Este trabalho objetivou aplicar estas ferramentas gerenciais da qualidade (ABNT, 1990) no planejamento do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos com vistas a antever possíveis insucessos e falhas potenciais ao longo da execução de serviços, subsidiando a tomada de decisão dos gestores do processo a partir de resultados lógicos e confiáveis.

## 2. METODOLOGIA

Foram utilizadas ferramentas e técnicas gerenciais como *Brainstorming*, Diagrama de Pareto, Análise de Árvore de Falhas (AAF) e a Análise de Modos e Efeitos de Falhas (AMEF) no planejamento do serviço de alvenaria com a intenção de avaliar e adequar a eficiência do processo e capacitar a equipe de produção. O conhecimento do processo executivo proporciona ao gestor antecipar eventuais falhas no processo e suas correções na fase de planejamento, ou ainda implementar soluções diferentes daquelas anteriormente planejadas. Além disso, os resultados podem vir a fazer parte de um processo de melhoria contínua e do sistema de gestão da qualidade dos serviços e processos (ARAÚJO, 2000).

O objeto de estudo foram os serviços de execução de alvenaria, com blocos cerâmicos de oito furos assentes com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia lavada, na proporção em volume de 1:2:8. O método se utiliza da aplicação integrada de quatro ferramentas gerenciais, com o intuito de permitir a antecipação de falhas que poderiam comprometer o microplanejamento do serviço. Compreendeu as seguintes etapas: a) realização de Brainstorming entre as equipes de obra e técnica, buscando levantar falhas ou indícios que se apresentavam no decorrer do processo e que podiam impactar o processo construtivo como

um todo; b) tabulação e organização de dados em Diagrama de Pareto, de forma a permitir a apresentação de forma concisa e clara de elementos que influenciaram a tomada de decisão, como a visualização das falhas, a frequência de ocorrência e o impacto nos custos de produção; c) escolha de um evento que traduzia a situação do sistema e permitiu a elaboração da AAF, d) escolha de um modo de falha que permitiu a elaboração de uma AMEF do processo e e) abordagem da aplicação do método descrito e discussão das vantagens do emprego integrado das ferramentas gerenciais na previsão das falhas possíveis.

O estudo foi desenvolvido em um canteiro de obras de um condomínio de apartamentos com quatro torres de dezesseis apartamentos cada, sendo quatro apartamentos por andar. Foram estudadas quatro equipes de produção que contavam, cada uma, com um pedreiro e dois serventes. O trabalho foi acompanhado por um engenheiro civil, dois técnicos de edificações e um mestre de obras, em reuniões semanais de acompanhamento, durante três meses consecutivos.

Os índices utilizados e apresentados na AMEF do processo foram obtidos a partir de critérios qualitativos, baseados na experiência e expectativa da equipe técnica envolvida no estudo em campo (Tabela 1), enquanto que os aspectos quantitativos foram abordados a partir de relatórios de produção das equipes e das sessões de *Brainstorming*. Para o índice de risco, adotou-se valores de 1 a 135 como baixo, de 136 a 800 como moderado e de 800 a 1000 como alto (HELMAN e ANDERY, 1996).

Tabela 1 – Índices da AMEF

Índice de ocorrência (O)			Índice de Gravidade (G)		Índice de Detecção (D)	
Índice	Probabilidade de Ocorrência	Ocorrência	Índice	Conceito	Índice	Conceito
1	Muito Remota	Excepcional	1	Quase não percebidas falhas no processo	1	Muito alta probabilidade de detecção
2	Muito Pequena	Muito Poucas Vezes	2-3	Ineficiência gradual do processo	2-3	Alta probabilidade de detecção para ações corretivas
3	Pequena	Poucas vezes	4-6	Produtividade reduzida e operador do processo insatisfeito	4-6	Moderada probabilidade de detecção para ações corretivas
4-5-6	Moderada	Ocasional, algumas vezes	7-8	Ineficiência e baixa produtividade, alto consumo de material	7-8	Pequena probabilidade de detecção para ações corretivas
7-8	Alta	Frequente	9-10	Não consegue produzir	9	Muito pequena probabilidade de detecção
9-10	Muito alta	Inevitável, certamente ocorrerá a falha			10	Muito remota probabilidade de detecção

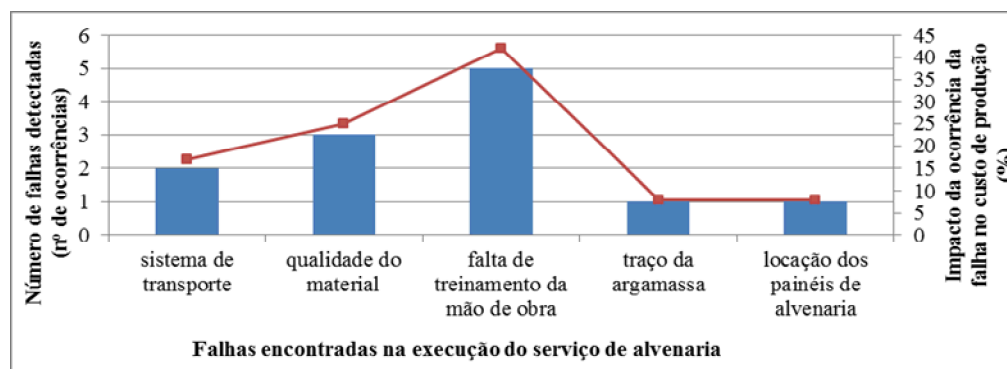
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Aplicação do método ao serviço de execução de alvenaria de blocos cerâmicos

A técnica de *Brainstorming* aplicada à equipe de produção e gestão possibilitou a identificação das falhas mais frequentes nos serviços de execução de alvenaria de blocos cerâmicos, a saber: problemas no sistema de transporte, baixa qualidade do bloco cerâmico, problemas como traço da argamassa, problemas com a locação dos painéis e falta de treinamento da mão de obra, sendo esta última a principal falha, segundo a percepção dos

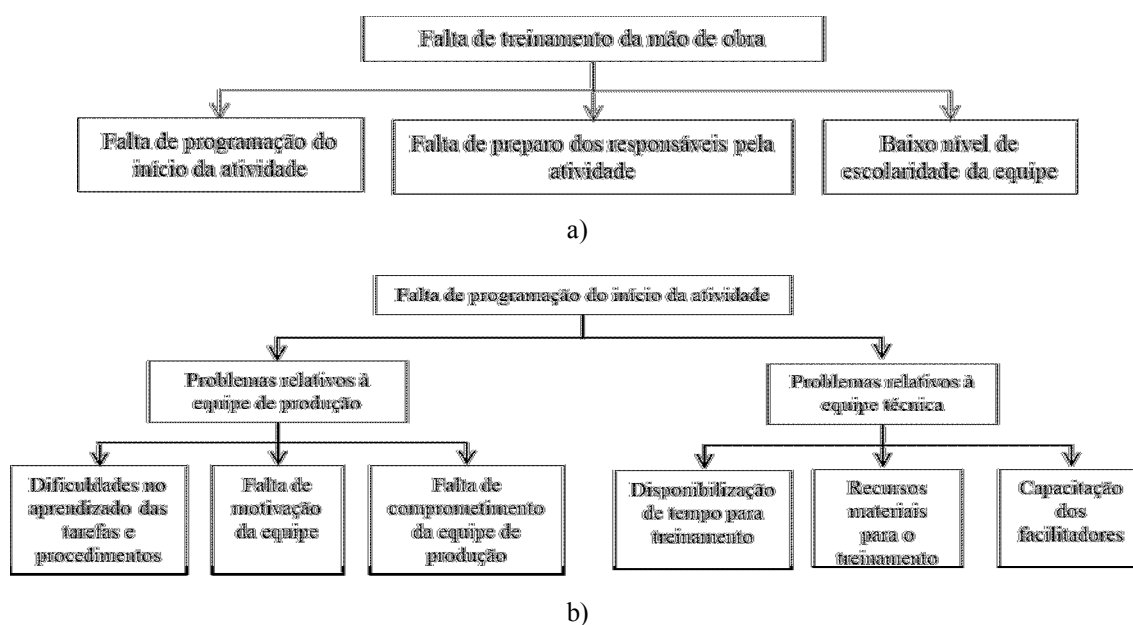
participantes. Na sequência, foi feita entre os participantes a ponderação entre a possibilidade de ocorrência da falha e o impacto nos custos de produção, concluindo-se que se deve priorizar as ações na “falta de treinamento da mão de obra”, visto que esta causava maior impacto no custo do serviço, constituindo o evento de topo da AAF (Figura 1).

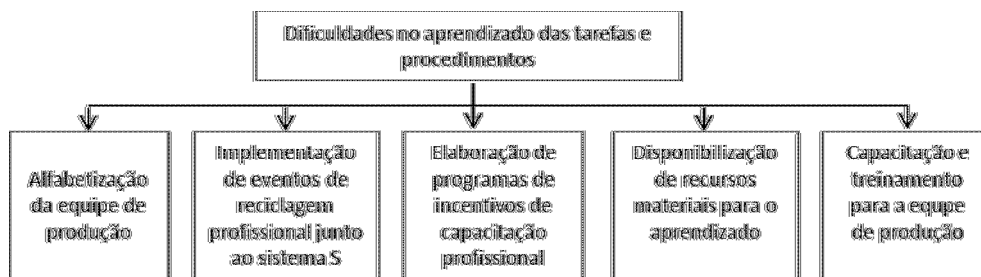
Figura 1 – Número de ocorrências de falhas e impacto no custo da alvenaria de blocos cerâmico



A Árvore de Falhas (Figura 2) apresenta um detalhamento do evento de topo. Com ela, estabelece-se um vínculo entre cada uma das causas básicas e o evento de topo, pois a partir de cada causa básica, apresenta-se um caminho de falha diferente, sendo que o simples bloqueio da causa básica propicia uma inviabilidade para aquele caminho. Ao se analisar todos os possíveis eventos, percebe-se que o evento “Falta de programação da atividade” não caracteriza um evento básico, exigindo um estudo mais aprofundado das causas que o compõem. Se fosse lançado mão apenas da AAF, a próxima condição a ser explorada seria submeter a cada causa básica de falha uma probabilidade de ocorrência.

Figura 2 – Elaboração da Árvore de Falhas para o serviço de alvenaria





c)

Como se propõe associar o resultado de duas ferramentas gerenciais, a AAF e a AMEF, o próximo passo do método foi codificar os dados em uma sequência (Tabela 2), o que facilita estabelecer relação entre os tipos de falhas, seus efeitos, causas e ocorrências, bem como os mecanismos que podem ser usados na prevenção das mesmas. A implementação e elaboração desta análise permitiu, sobretudo, a identificação dos riscos que não foram antecipados e a priorização das ações.

Tabela 2 – FMEA para o Modo de Falha “Falta de Treinamento da Mão de Obra” do serviço de Execução de Alvenaria (O=ocorrência, G=gravidade, D=deteção, R=índice de risco)

Nome do processo: SERVIÇO DE ALVENARIA												
Função do processo: EXECUÇÃO DE PAINÉIS DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS EM PAVIMENTO TERREO DE UM PRÉDIO DE APARTAMENTOS												
Modo de falha: FALTA DE TREINAMENTO DA MÃO DE OBRA												
EFEITO	CAUSA	SITUAÇÃO ANTERIOR					AÇÃO PREVENTIVA		SITUAÇÃO POSTERIOR			
		Controle	Índices						Índices			
			O	G	D	R	Recomendações	Ações	O	G	D	R
Queda da produtividade da mão de obra	Problemas relativos à equipe de produção	nenhum	6	8	4	192	Implementação de programas socio-educativos e de inclusão social para a equipe	Estabelecimento de cursos de alfabetização e capacitação profissional	3	8	3	72
Desperdício de material	Falta de recursos humanos para treinamento da equipe	nenhum	4	9	4	144	Disponibilização de recursos humanos para treinamento da equipe	Intervenção da diretoria para garantir recursos para programas complementares	2	9	2	36
	Equipe não capacitada	nenhum	6	7	2	84	Capacitação da equipe	Elaboração de procedimentos de serviços	3	7	2	42
	Falta de detalhes de projeto	nenhum	2	4	4	32	Detalhamento de projeto	Reuniões de compatibilização de projetos	1	4	4	16
	Alfabetização o	nenhum	5	6	2	60	Programas de alfabetização da equipe	Disponibilização de equipe e local para alfabetização dos funcionários	2	6	2	24
	Equipamento danificado	nenhum	7	4	3	84	Implementação de procedimentos de vistoria de equipamentos	Implementação de procedimentos de manutenção periódica de equipamentos e ferramentas	4	4	3	48

Para o caso em questão, o modo de falha estudado refere-se “falta de treinamento da mão de

obra”. Os principais efeitos observados durante a análise foram a “queda de produtividade da mão de obra”, “desperdício de material” e a “elevação dos custos de execução da atividade”. As causas encontradas foram elencadas de acordo com seus índices de ocorrência, gravidade e facilidade de detecção. O produto das grandezas produziu o índice de risco da Tabela 1. A tomada de decisão, bem como as ações propostas a serem implementadas pelas equipes que gerenciam o processo, devem estar balizadas e priorizadas a partir do índice de risco apresentado para uma determinada causa, possibilitando, desta forma, a supressão das causas críticas dentro do processo.

Conclui-se que “problemas relativos à equipe de produção” embora apresentassem ocorrência moderada (6), caracterizavam-se por eventos com gravidade acentuada (8) e ainda com moderada probabilidade de detecção para ações corretivas (4). A configuração deste evento indicou um índice de risco de 192. A partir deste resultado, sugeriu-se como ação preventiva para este evento, a adoção de reuniões de programação e planejamento da execução das atividades com periodicidade semanal. No formulário da AMEF, foi disponibilizado campos para o registro das ações implantadas e à implantar, além do monitoramento do comportamento dos índices após a aplicação das medidas preventivas. Após realizar a revisão do estudo inicial, verificou-se que o índice de risco da causa “Problemas relativos à equipe de produção” foi reduzido de 192 para 72, ao longo de um período de dois meses, apenas com criação e implantação de programas de alfabetização e capacitação dos profissionais envolvidos no processo. Percebeu-se uma redução significativa dos índices de risco relacionados às causas das falhas, indicando que os procedimentos adotados alcançaram êxito.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de ferramentas como a AAF e a AMEF possibilitou um diagnóstico completo da atividade de execução de alvenaria de blocos cerâmicos, definindo as possíveis causas de falhas, evidenciando-as, o que subsidiou a tomada de decisões estratégicas por parte das equipes que gerenciam o processo.

A redução do número de falhas está diretamente ligada à percepção e monitoramento da ocorrência de falhas do processo. A redução experimentada do número das falhas potencialmente prejudiciais ao andamento dos serviços, mediante uma atuação pró-ativa junto as suas causas, fez com que houvesse diminuição do número de reprogramações e, por conseguinte, redução dos custos com a obra. O uso das ferramentas e técnicas da qualidade, conforme proposto, mostrou-se capaz de auxiliar sobremaneira o gerenciamento de obras de construção civil, haja vista a eficiência e facilidade de aplicação encontradas durante o estudo. O microplanejamento pode se tornar uma ferramenta eficaz quando aplicado aos processos onde as falhas inerentes ao sistema de produção não são tão visíveis, uma vez que possibilita detalhar as etapas com maior grau de precisão.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. 2000. 385p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NB 9004: Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade** – Diretrizes. Rio de Janeiro, 1990.
- HELMAN, H, ANDERY, P. **Análise de Falhas. Aplicação de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 156 p., 1996.
- CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística**. São Paulo: Atlas, 256p. 1999.