

EXECUÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO CONSIDERANDO ASPECTOS DA SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO (SST) SEGUNDO A ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA (ER)

KATO, Ricardo M. (1); SERRA, Sheyla M. B. (2)

(1) UFSCar, email: kaotcs@gmail.com

(2) UFSCar, email: sheylabs@ufscar.br

Resumo

O atual aquecimento da indústria da construção civil hoje fez com que uma série de empresas buscasse aperfeiçoar seus processos construtivos e também se adequar ao que tivesse o maior custo/benefício. Dessa forma, a introdução do uso do concreto pré-fabricado no cenário nacional fez com que grandes e médias obras ganhassem redução na escala do tempo construtivo e, conseqüentemente, trouxe o aumento da industrialização na construção civil. Entretanto, mesmo com o acompanhamento de órgãos reguladores para criação de normas de gestão em segurança busque manterem atualizados com a constante mudança da indústria da construção, o uso da tecnologia do pré-moldado ainda carece de diretrizes gerais para a sua execução com devida segurança. Assim sendo, o presente trabalho tem como finalidade, avaliar a questão da segurança do trabalho em sistemas de pré-fabricados e estudar a relação entre os aspectos de segurança e a saúde no meio ambiente, tendo como base a legislação NR-18 e a nova NR-35, recentemente aprovada, sobre Trabalho em Altura. Além disso, outro enfoque importante a ser considerado é a análise das condições de segurança e saúde do meio ambiente com foco no conceito da Engenharia de Resiliência.

Palavras-chave: Canteiro de obras, Segurança e saúde do trabalho, Pré-moldado, Engenharia de resiliência, Lean construction.

Abstract

The current warming of the construction industry today made a number of companies seek to improve their constructive processes and also suit themselves to the one with the highest cost / benefit. Thus, the introduction of the use of precast concrete on the national stage has made large and medium-sized works to gain a reduction in the time scale constructive and, so, brought the rise of industrialization in construction.. However, even with the monitoring of regulatory bodies to create standards for security management seek to keep up with ever-changing construction industry, the use of precast technology still lacks general guidelines for its implementation with the proper security. Therefore, this study aims to assess the issue of job security in prefabricated systems and study the relationship between the health and safety aspects of the environment, based on legislation NR-18 and the new NR-35, recently approved, on Working at Height. In addition, another important focus to be considered is the analysis of safety and health of the environment with a focus on the concept of Resilience Engineering.

Key-words: Jobsite, Safety and occupational health, Precast, Resilience engineering, Lean construction.

1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a indústria da construção civil é um dos setores econômicos com grande representatividade na economia do país. Com a preocupação da indústria da construção em manter-se atualizada com as melhores técnicas de gestão e racionalização em canteiro de obra, o uso de elementos pré-moldados surgiu como uma opção para atingir esse objetivo. Por sua característica de montagem rápida em canteiro, surgem riscos de acidentes do trabalho associados, em grande parte, às práticas de trabalho em altura e ao uso de máquinas.

Dada a grande ocorrência de acidentes do trabalho no setor da construção civil brasileira, é importante que se conheçam as causas e os riscos em potencial. Uma linha de trabalho é a investigação das causas dos acidentes de trabalho como instrumento gerencial, pois pode fornecer informações que evitarão que os eventos se repitam. O processo investigativo eficaz do acidente do trabalho, que se utiliza em cada ocasião de uma forma ou método específico para a obtenção das informações desejadas, depende muito da habilidade de verificação, das questões colocadas e da qualidade do raciocínio indutivo do investigador em questão.

Existem diversos métodos que podem ser usados na investigação dos acidentes e melhoria do ambiente de trabalho, alguns chamados “tradicionais” que procuram focar a prática de “atos inseguros” e a existência de “condições inseguras de trabalho”. Atualmente a teoria multicausal tem ampliado a compreensão dos acidentes e reduzido a importância imediata dos acidentes (FONSECA, 2007).

Os métodos de desenvolvimento mais recente procuram focar o aspecto cognitivo e sua relação com o ambiente de trabalho. Entre estes métodos, pode-se citar a Engenharia de Resiliência (ER), que se caracteriza por ser um modelo que leva em consideração as características do sistema de produção que geram situações perigosas e analisa as condições que causam os perigos (MITROPOULOS, ABDELHAMID, HOWELL, 2005).

2. ASPECTOS DA SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO (SST)

Desde o início da década de 1990, têm sido notórios os esforços no setor da construção civil brasileira em busca de melhores desempenhos em termos de qualidade e produtividade. Dessa maneira, as boas condições de segurança e saúde no trabalho vêm sendo gradativamente reconhecidas como um dos elementos essenciais para que os empreendimentos cumpram suas metas básicas de custo, prazo e qualidade.

Dada a grande ocorrência de acidentes do trabalho no setor da construção civil brasileira, em 1995, a Norma Regulamentadora número 18 (NR-18) do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1995) foi reeditada para especificar as Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção Civil. Entre as principais recomendações, pode-se citar as condições mínimas para a instalação das áreas de vivência no canteiro de obras e um conjunto de medidas de prevenção de acidentes. Entretanto, mesmo com uma série de revisões e atualizações nesta NR-18, ainda hoje muitas empresas não conseguiram se adequar às exigências da legislação.

Recentemente, o governo aprovou a nova NR-35 referente ao Trabalho em Altura (BRASIL, 2011) que busca abranger os aspectos de segurança para trabalhos executados a dois metros acima do nível inferior, onde seja onde haja risco de queda. Além de trazer os aspectos básicos sobre responsabilidade de cada parte na segurança, esta norma também apresenta procedimentos – como treinamento, planejamento, capacitação, entre outros, para reduzir os riscos de acidentes, de forma a antecipar as condições de trabalho e otimizar o processo construtivo. Para esta norma “todo trabalho em altura deve ser precedido de Análise de Risco”. Ou seja, deve ser observado o entorno e o isolamento da área de trabalho, as condições meteorológicas, o risco de quedas de materiais e ferramentas, entre outros.

3. ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA (ER)

A Engenharia da Resiliência surgiu como um novo enfoque no estudo da segurança e saúde no ambiente de trabalho. Suas aplicações estão fundamentadas na Engenharia de Sistemas Cognitivos, onde esta se preocupa com a relação homem-máquina no qual não podem ser separados.

Segundo Mitropoulos, Abdelhamid, Howell (2005), o modelo da ER identifica o papel crítico da imprevisibilidade de tarefa gerando situações perigosas inesperadamente e reconhece a inevitabilidade das exposições e erros humanos. Sendo assim, com base em diversos estudos, Costella (2008) propõe quatro princípios no qual a ER é baseada, sendo que suas interfaces não tem um limite rigidamente definidos entre si, são elas:

- Comprometimento da alta direção: a devoção à SST acima ou do mesmo modo que a outros objetivos da empresa;
- Aprendizagem: o monitoramento dos procedimentos é tão ou mais importante do que o seu desenvolvimento uma vez que isso contribui para reduzir a distância entre o trabalho como imaginado pelos gerentes e como realizado pelos operadores. Quanto menor essa distância, maiores as evidências de que está havendo aprendizagem;
- Flexibilidade: sendo os erros inevitáveis, o sistema deve ser flexível para resisti-lo e seja capaz de reconhecê-lo;
- Consciência: fundamental para a antecipação de mudanças e para avaliação dos *trades offs* entre segurança e produção.

Estes princípios não são facilmente identificáveis numa inspeção de segurança; assim, torna-se importante desenvolver métodos que procurem analisar a existência destes princípios.

Um dos modelos de análise estudado é a “Grade de Análise da Resiliência” (Resilience Analyses Grid - RAG) que foi desenvolvido por Hollnagel (2011) para medir a capacidade de resistência, centrando-se nos princípios da resiliência:

- a capacidade de responder: entendimento do sistemas sócio-técnico envolvido; descrição dos ajustes e decisões no trabalho diário; gestão da segurança resistente;
- a capacidade de monitorar: indicadores de desempenho e avaliação de desempenho;
- a capacidade de antecipar: segurança e resiliência organizacional da empresa, o entendimento do custo da segurança;
- a capacidade de aprender: o impacto dos mal-entendidos e do excesso de confiança na gestão da segurança e de risco; aprendizado de falhas.

A partir do conhecimento das capacidades, pode-se conhecer a base para a aplicação da ER.

4. PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

De acordo com El Debs (2000), os elementos pré-moldados são amplamente utilizados no setor da construção civil por: serem produzidos em série, ter rápida execução, reduzir desperdícios, ter a facilidade de controlar a qualidade do produto, reduzir ou eliminar o cimbramento, ter facilidade na implantação dos programas de segurança no trabalho.

Por definição, a pré-moldagem é considerada quando o elemento a ser executado é produzido fora do seu local definitivo de uso. Vale ressaltar que a ABNT (1992), por meio da NBR-9062– Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, define dois termos - pré-fabricado e pré-moldado - associados à pré-moldagem onde as diferenças destes partem do princípio do controle de produção.

A produção das estruturas de concreto pré-moldado engloba todas as atividades compreendidas entre a execução dos elementos pré-moldados e a realização das ligações

definitivas na obra. Dependendo do tipo de elemento pré-moldado empregado, as etapas envolvidas diferencem-se entre si. Por exemplo, no caso de pré-moldado de fábrica, a produção envolve as seguintes etapas: execução do elemento, transporte da fábrica à obra, montagem e realização das ligações. Os pré-moldados de canteiro, por sua vez, são executados ao pé da obra, sendo que a produção se resume à execução e montagem.

5. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa consiste em estudo de caso onde a obtenção dos dados foi feito através de agendamento de visitas e aplicação do questionário em uma obra de componentes pré-moldados. Foram feitos registros visuais da visita, bem como contatos com os operários e responsáveis, com a finalidade de avaliar a segurança destas com o enfoque da ER.

O questionário teve por base a Grade de Análise de Resiliência (RAG) elaborado por Hollnagel (2011), cujo propósito é identificar as fontes de fragilidade e resiliência na empresa levando em consideração os quatro pilares da ER. Dessa forma, essa pesquisa busca avaliar a realidade de uma determinada empresa no setor da construção civil onde será focado o processo de montagem dos elementos em canteiro de obra.

O objetivo da pesquisa foi fazer um diagnóstico exploratório da aplicação dos conceitos da RAG na obra real em pré-moldados de concreto. Além da visita no canteiro, foi realizada entrevista com pessoal da área de segurança e saúde do trabalho.

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARCIAIS

A partir do que foi exposto anteriormente, escolheu-se uma obra na cidade de São Carlos que tivesse elementos pré-moldados para avaliação dos aspectos da SST. A obra visitada consiste em um supermercado na região central da cidade no qual terá dois pavimentos, o primeiro sendo o estacionamento e o segundo a loja propriamente dita. As visitas tiveram início em meados de dezembro de 2011 e prosseguiram até o meio de fevereiro de 2012 onde foi acompanhada a etapa de montagem dos elementos: pilares, vigas, placas de fachada e treliças na cobertura.

Além da certificação de Gestão da Qualidade ISO 9001:2008 e PBQP-H Nível-A a empresa fabricante e montadora da estrutura pré-fabricada possui um setor de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde (QSMS) e também o Serviço Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT). Este setor é composto por um médico, um Engenheiro de Segurança do Trabalho e sete Técnicos de Segurança do Trabalho. Somando-se a isso, a empresa também possui os Procedimentos Executivos (PE) onde estão detalhados os roteiros de cada procedimento e as considerações quanto à segurança.

Para a montagem dos elementos, o PE – “Montagem de Peças Pré-fabricadas” – estabelece que os funcionários devem portar capacete, calçado de segurança, protetor auricular, cinturão, cinto de segurança e colete reflexivo. Durante a visita, notou-se a preocupação da empresa quanto ao uso dos EPI sendo que até mesmo antes de entrar no canteiro existe uma placa alertando que a entrada será apenas permitida portando os equipamentos de segurança. O uso de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPI) é uma orientação recorrente nos PE e destacada em obra através de cartazes, como pode ser verificado na Figura 1.

Em função do risco de queda em buracos durante a fase de escavação, a orientação da SST é para que os mesmos sejam protegidos por fitas zebradas de forma a sinalizá-los para os operários e máquinas que circulam no canteiro, conforme Figura 2.

Nestes casos, pode analisar que a empresa desenvolveu “a capacidade de responder”, pois conseguiu entender o sistema e os tipos de acidentes que podem acontecer colocando “barreiras” simbólicas (cartazes) e físicas (fitas), com a função de proteger os trabalhadores e o patrimônio da empresa.



Figura 1 – Placa sinalizadora de uso obrigatório dos EPI



Figura 2 – Proteção com fita zebraada dos buracos dos tubulões escavados

Entre os serviços de montagem vistos durante a visita, pode-se notar que a elevação das peças de viga, treliça e placas de fachadas são extremamente críticas devido à altura onde estes trabalhos são realizados. Assim, os funcionários destacados para a montagem em altura recebem treinamento específico para este tipo de serviço, sendo que diariamente antes do início do trabalho os funcionários recebem recomendações dos técnicos de segurança para que todo o processo ocorra em segurança. São promovidos exames médicos periódicos para avaliar as condições de saúde destes trabalhadores.

Durante a observação da montagem das vigas e treliças, notou-se que tanto durante transporte dentro da gaiola quanto à posição final onde o funcionário terá que ficar para verificar o posicionamento da peça há a preocupação de sempre se prender no cabo guia. Entretanto, foi observado que algumas peças não possuíam este cabo embutido devido à sua concepção estrutural e, nesses casos específicos, a empresa recomenda a fixação de cabos-guias provisórios na peça para que o funcionário não corra risco de queda. Na Figura 3 pode-se observar um operário fixando seu cinto à própria estrutura; na Figura 4, observa-se o içamento dos operários pela “gaiola”, devidamente equipados com cinto de segurança.

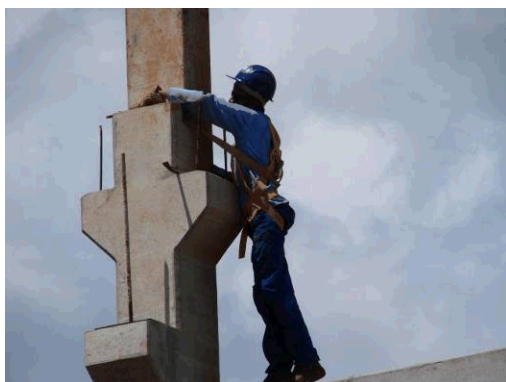


Figura 3 – Funcionário prendendo o cinto de segurança na peça pré-moldada



Figura 4 – Operários com uso de cinto de segurança durante o transporte em “gaiola”

Entretanto, apesar de toda a precaução e recomendação da empresa ainda há flagrantes de exposições a risco onde um funcionário caminha sobre a viga sem o uso do cabo-guia. Mesmo com o treinamento constante e a consciência frente aos perigos do trabalho em altura, a empresa ainda precisa desenvolver técnicas de disseminar de forma mais incisiva os perigos envolvidos na autoconfiança dos funcionários em realizar atividades de risco. A Figura 5 mostra o exato momento onde o funcionário caminha sobre a estrutura sem a fixação do cinto de segurança no cabo-guia. Já na Figura 6, observa-se tanto a presença do cabo-guia, quanto a fixação do cinto de segurança do trabalhador.

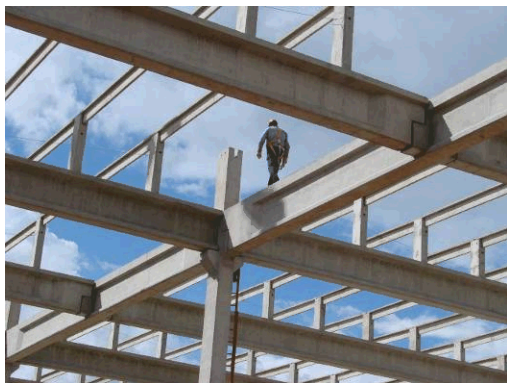


Figura 5 – Funcionário caminhando sobre a viga sem cabo guia



Figura 6 – Funcionário amarrado corretamente a cabo guia

Com isto, pode-se observar que a empresa desenvolveu a “capacidade de antecipar” e a “capacidade de aprender”, conhecendo antecipadamente o problema e buscando soluções para reduzir o risco de acidentes. Foram adotadas práticas como treinamento e capacitação, como indicado na ER. Como incentivador das práticas de segurança na empresa, está o “comprometimento da alta direção” como um dos principais objetivos da organização.

Sobre a “capacidade de monitorar”, a empresa busca desenvolver base de dados de indicadores, porém, muitas vezes, reativos. Segundo a ER, os indicadores devem ser proativos e não indicadores de resultado, uma vez que estes, por definição, são conhecidos somente após o fato ter acontecido.

Outro aspecto que pode ser mencionado, é que além de preservar a integridade do trabalhador, a prática da segurança na empresa também está de acordo com as recomendações legais da NR-18 e da NR-35.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A montagem dos elementos pré-moldados baseia-se em uma série de ações praticamente exercidas pelos equipamentos de montagem, sendo estes, por exemplo, a autogruas, guias de torre e pórtico, derrick e etc, sendo que o critério de escolhas destes depende da finalidade no qual estes são utilizados e as técnicas que serão utilizadas para o içamento da peça, pois cada uma possui particularidades diferentes para cada situação de montagem.

Sendo assim, a partir do que foi exposto, pode se dizer que apesar do trabalho com os pré-moldados oferecerem um ambiente controlável e seguro, este ainda é propenso a gerar acidentes, os quais dificilmente poderão ser integralmente previstos, mesmo que todo o processo de montagem seja mecanizado e formalizado. Dessa forma, as normas de segurança e a implantação de medidas preventivas contra acidentes são primordiais para evitar situações de exposição ao risco, porém estas dificilmente são capazes de antecipar ou gerar respostas a

eventos inesperados como a situação onde um funcionário já treinado se expõe ao risco confiando apenas na sua capacidade de equilíbrio. Por esse motivo, mesmo sendo evidente o comprometimento da empresa com a segurança, a consciência do risco deve estar disseminada amplamente em documentos internos na empresa, ficando evidente que é importante haver flexibilidade da empresa para rever um treinamento falho que pode significar a diferença entre uma situação de risco para um acidente grave.

No estudo realizado, observou-se que mesmo a empresa não tendo consciência dos princípios da ER, há uso dos mesmos em grande parte dos procedimentos de trabalho da empresa e no trabalho junto com os operários, melhorando as condições de trabalho.

Dessa forma, pode-se concluir que é essencial o enfoque da ER sobre os aspectos da SST, onde esta pode oferecer ferramentas de aprimoramento para reforçar a segurança como um todo e preparar a empresa para situações de riscos onde esta tenha, no mínimo, ferramentas para superar o inesperado e corrigir eventuais problemas como o ato de risco de trabalho em altura que envolve os funcionários, conforme mostrado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. 1995. Disponível em < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001375AD068967CC7/NR-18%20\(atualizada%202012\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001375AD068967CC7/NR-18%20(atualizada%202012).pdf) >. Acesso em maio de 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-35: Norma Regulamentadora sobre Trabalho em Altura**. 2011. Disponível em < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A28000013750D140D45A90/NR-35%20\(Trabalho%20em%20Altura\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A28000013750D140D45A90/NR-35%20(Trabalho%20em%20Altura).pdf) >. Acesso em maio de 2012.

COSTELLA, M. F. **Método para Avaliação de Sistemas de Gestão da Segurança no Trabalho (MASST) com Enfoque na Engenharia de Resiliência**, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FONSECA, E.D. **Inovação e Acidentes na Construção Civil**: novas tecnologias construtivas e ruptura dos saberes de prudência, 2007. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

EL DEBS, M.K. **Concreto Pré-Moldado**: fundamentos e aplicações. 1 ed., São Carlos/SP, EESC-USP, 2000.

HOLLNAGEL, E. RAG – The Resilience Analysis Grid. In: HOLLNAGEL, E.; PARIÈS, J; WOODS, D. D.; WREATHALL, J.; **Resilience Engineering in Practice**: A guidebook. London, UK: Ashgate, 2011. Epilogue, p. 275-296.

MITROPOULOS, P; ABDELHAMID, T.S.; HOWELL, G.A.; Systems Model of Construction Accident Causation. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 131, No. 7, July 1, 2005.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio concedido à pesquisa.