



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

DIAGNÓSTICO DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

FRANCO, Aydil de Jesus (1); CARVALHO, Ricardo Fernandes (2)

(1) MEAU-UFBA, e-mail: aydil.franco@gmail.com (2) MEAU-UFBA, e-mail: ricardoc@ufba.br

RESUMO

As pressões para o aumento da produtividade e qualidade na construção civil têm induzido a escolha por sistemas construtivos pré-fabricados de concreto e, com isso, aumentado as operações de montagem em canteiros de obras, bem como, a busca por maior eficiência no transporte de materiais e componentes da construção. Entretanto, tais métodos de produção estão associados a novos perigos para os trabalhadores. A pesquisa foi dividida em duas etapas; Na primeira, foi realizado um estudo exploratório visando definir uma abordagem adequada para analisar os riscos oriundos da atividade de movimentação de carga. A segunda, consiste no levantamento de dados através da aplicação de uma lista de verificação, com base na NR 18, em onze canteiros de obras na Região Metropolitana de Salvador, com a finalidade de identificar as causas relevantes dos riscos oriundos da movimentação de carga. Quanto aos principais resultados desta pesquisa, pode-se destacar: verificação dos equipamentos usuais nos canteiros de obras; identificação das lacunas normativas e de processo para a garantia da segurança nas atividades de movimentação de carga, e, oportunidades de melhoria relativas à segurança do trabalhador. Espera-se que este trabalho colabore como uma ferramenta auxiliar na gestão da segurança do trabalho em canteiros de obras, uma vez que, há escassez de estudos no Brasil sobre os riscos na movimentação de carga e carece de ação prática e efetiva.

Palavras-chave: Construção Civil, Movimentação de Carga, Segurança do Trabalho.

ABSTRACT

Pressures to increase productivity and quality in construction have prompted the choice of prefabricated concrete building systems, and with it, increased assembly operations on construction sites, as well as the search for greater efficiency in transport materials and building components. However, such production methods are associated with new hazards for workers. The study was divided into two stages; at first, an exploratory study was conducted to define an appropriate approach to analyze the risks from cargo handling activity. The second consists in data by applying a checklist, based on NR 18, eleven construction sites in the Metropolitan Region of Salvador, in order to identify the relevant causes of risks arising from cargo handling. As the main results of this research can be highlighted: the usual verification equipment at construction sites; identifying regulatory gaps and process for ensuring security in cargo handling activities, and opportunities for improvement relating to worker safety. It is hoped that this work will collaborate as a helper in managing workplace safety on construction sites tool, since there are few studies in Brazil on risks in cargo handling and lacks practical and effective action.

Keywords: Construction, Lifting Operations, Safety.

1 INTRODUÇÃO

A partir do século 20 tem sido evidente os inúmeros projetos notáveis, através da implantação de equipamentos de movimentação de carga na construção civil, impulsionada pela necessidade de redução de funcionários, custos e resíduos, e a busca pelo aumento da produtividade (SERTYESILISIK *et al.*, 2009). A atividade de movimentação de carga é caracterizada como, uma operação de deslocamento vertical e/ou horizontal de materiais e componentes dentro do canteiro de obras, onde o transporte desta carga representa riscos aos trabalhadores envolvidos e aos demais trabalhadores, uma vez que, a maioria das atividades são executadas simultaneamente.

Segundo Shapira *et al.*, (2007) a construção tem aumentado a mecanização através da substituição dos equipamentos, sendo dominantes aqueles destinados a movimentação de carga. Um dos equipamentos de movimentação de carga mais observados em canteiros de obras são, as gruas e os guindastes móveis, devido não só ao seu tamanho, mas também ao papel vital que eles têm no transporte de materiais e elementos vertical e horizontal, todavia, a maioria dos acidentes é oriunda do uso destes equipamentos (SHAPIRA *et al.*, 2007; SWUSTE, 2013). Outros equipamentos têm sido introduzidos ou adaptados para a função de manipuladores de carga, retroescavadeiras, movimentadores telescópicos, minicarregadeiras e, caminhões munck.

As operações com equipamentos de movimentação de carga podem ser associadas com causas de acidente do trabalho na construção civil. Gruas e guindastes são os de maiores recorrências (BEAVERS *et al.*, 2005; MCDONALD *et al.*, 2010; SWUSTE, 2013), e, as empilhadeiras (SARIC *et al.*, 2013) e as minicarregadeiras (NIOSH, 2010) também foram objeto de pesquisas recentes. Esses acidentes têm forte impacto social, político e econômico, nas formas de benefícios pagos, custos acidentários, marginalização social e políticas setoriais governamentais (FRANCO *et al.*, 2013).

Em países como os Estados Unidos e a Inglaterra, a preocupação com a segurança na operação dos equipamentos de movimento de carga acontece desde a década de 80 (NISKANEN e LAUTTALAMMI, 1989). O relatório preparado pela *Health and Safety Laboratory* (HSL, 2010) no Reino Unido, sobre o tema, analisou 85 incidentes/acidentes envolvendo o colapso de grua entre 1989 e 2009. Esses acidentes foram divididos em categorias, como se segue: montagem/desmontagem do guindaste (34%), climas extremos (18%), problemas com fundação (2%), problemas mecânicos ou estruturais (5%), uso indevido (7%), questões elétrica/controle de sistema (1%), causa desconhecida (33%).

As condições de segurança das gruas têm sido bastante investigadas internacionalmente, todavia, observa-se que a caracterização da situação no Brasil, em termos de causas e circunstâncias dos acidentes de trabalho envolvendo os equipamentos de movimentação de carga carece de dados estatísticos oficiais. Outros equipamentos como, elevadores e movimentadores telescópicos têm sido observados. Os elevadores de carga têm causado acidentes com grande repercussão, como registrados em noticiário nacional. A partir da pressão social, os elevadores suspensos em cabos tiveram seu uso em canteiros restringido e novas normas técnicas foram editadas sobre o tema.

A partir do exposto, o presente trabalho procura avaliar a atual condição dos equipamentos envolvidos na movimentação de cargas, e, propor medidas de contenção de acidentes a partir das recomendações da NR 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) associadas a estes equipamentos.

2 BARREIRAS DE SEGURANÇA

A ocorrência ou a inibição de acidentes podem ser associados às Barreiras de Segurança e suas falhas podendo ser categorizadas de diferentes maneiras por diferentes autores (HOLLNAGEL, 2004; GULDENMUND *et al.*, 2006; SKLET, 2006) e sua performance pode ser descrita de várias maneiras, porque não existe uma definição universal para barreiras. O termo barreira de segurança e diferentes termos com significado similar como, defesa em profundidade, cama de proteção, função de segurança, elemento crítico de segurança, distância entre causa e consequência, procedimentos, treinamentos, padrões (HOLLNAGEL, 2004; BASNYAT *et al.*, 2007) e sistema de segurança são aplicados em padrões, normas e na literatura (SKLET, 2006), e tem sido utilizado transversalmente entre vários ramos industriais, setores e países.

As barreiras de segurança também podem ser classificadas como medidas que minimizem os riscos na execução do trabalho, nesse sentido, é um obstáculo que pode ou não, (1) evitar uma ação que está sendo realizada ou um evento ocorra ou (2) impedir ou diminuir o impacto das consequências. Para Hollnagel (2004) as barreiras de segurança possuem duas funções principais: prevenção e proteção e, podem ser classificadas em:

- a) Barreiras materiais ou físicas: bloqueiam uma ação a ser executada ou um evento ocorra, também podem bloquear ou atenuar os efeitos de um evento não desejado;
- b) Barreiras funcionais: funciona impedindo a ação a ser realizada, por exemplo, estabelecendo um bloqueio, ou lógica ou temporal, definindo um ou mais pré-requisitos que devem ser cumpridos antes que a ação pode ser realizada;
- c) Barreiras simbólicas: requer um ato de interpretação, a fim de atingir seu objetivo;
- d) Barreiras imateriais: significa que a barreira não está fisicamente presente ou representado na situação, mas que isso depende do conhecimento do usuário, a fim de alcançar o seu objetivo.

Os acidentes podem ser vistos como um conjunto de barreiras que falharam, embora a falha de uma barreira dificilmente seja incluída no conjunto de causas identificadas nos Cadastros de Acidentes do Trabalho (CAT). A identificação e análise dos diferentes fatores de riscos na atividade de movimentação de carga são uteis na caracterização do fenômeno, permitindo identificar os eventos que corroboram na ocorrência dos acidentes do trabalho, e ser possível a adoção de medidas preventivas ou corretivas, como as Barreiras de Segurança.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O levantamento dos dados foi realizado em onze canteiros de obras de edificações residenciais destinadas ao mercado imobiliário e/ou comerciais localizadas na Região Metropolitana de Salvador – BA. Sendo, canteiros de obras verticais (10) e horizontal (01), o número de pavimentos variam entre 5 e 30 andares, a maioria das obras apresentava atividades de infraestrutura e/ou supraestrutura, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Características das obras observadas

Obra	Fase da Obra	Nº de Torres	Nº de Pavimentos por torre
A	Revestimento externo	6	19
B	Alvenaria	6	23
C	Supraestrutura, Infraestrutura	2	22
D	Supraestrutura	1	19
E	Alvenaria	1	14
F	Supraestrutura	1	30
G	Supraestrutura, Alvenaria, Revestimento Interno, Revestimento Externo	3	5
H	Infraestrutura, Supraestrutura, Alvenaria, Revestimento Interno, Revestimento Externo	15	7
I	Supraestrutura, Infraestrutura	2	28 e 5
J	Supraestrutura, Infraestrutura	1	7
K	Supraestrutura	1	15

Fonte: Os autores

Baseado nos critérios da NR 18 (BRASIL, 1995), foi aplicado uma lista de verificação para determinar a conformidade dos itens (Figura 1). Quanto à escala de pontuação, optou-se por usar a escala de Likert. Esta pontuação foi adotada como uma alternativa da escala dicotômica Sim, Não ou Não se Aplica, para possibilitar o registro de informações de situações intermediárias sempre que um ou mais itens normativos não fossem atendidos de maneira completa nos canteiros de obras. Sendo assim, na escala de Likert, o 0 corresponde a falta do equipamento no canteiro, o 1 corresponde a má inadequação e o 5 a completa adequação à NR-18 e a RTP-01 (Medidas de Proteção Contra Quedas de Altura); além da opção Não se Aplica (NA) para registrar itens não aplicáveis ao Sistema de Proteção Coletiva de acordo com a fase da obra. O índice de conformidade corresponde à média obtida tanto no item observado quanto na avaliação dos equipamentos.

Figura 1 - Trecho da lista de verificação dos itens Movimentação de Carga

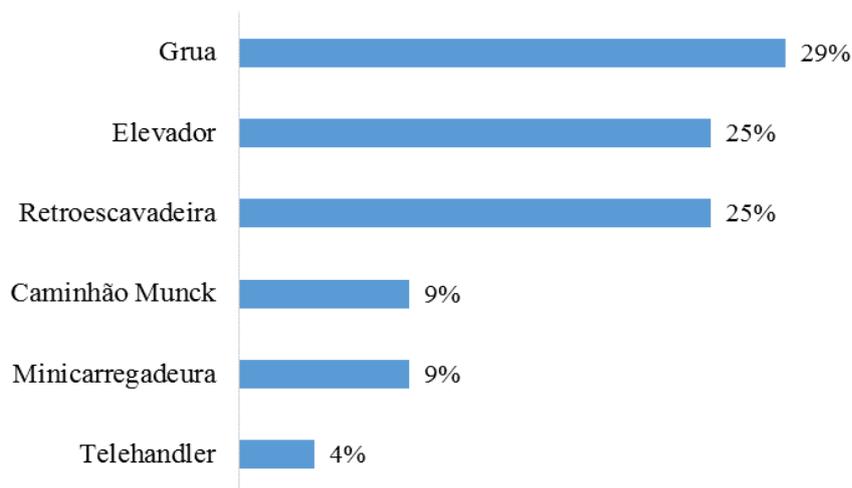
REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO								
GRUA									
11.1.6	Os operadores fazem uso de cartão de identificação? (Com nome e foto, em lugar visível)?	Na	0	1	2	3	4	5	
11.1.7	O equipamento de transporte motorizado possui sinal de advertência sonora (buzina)?	Na	0	1	2	3	4	5	
18.14.24.1	A ponta da lança e o cabo de aço ficam a 3m de obstáculos e estão afastados da rede elétrica?	Na	0	1	2	3	4	5	
18.14.24.6.1	Há dispositivo automático com alarme sonoro indicativo de ocorrência de ventos superiores a 42 km/h?	Na	0	1	2	3	4	5	
18.14.24.7	A estrutura da grua está devidamente aterrada?	Na	0	1	2	3	4	5	

Fonte: Os Autores

Os equipamentos de movimentação de carga, torre de elevador, elevador de transporte de materiais, guincho do elevador, grua, caminhão tipo munck, empilhadeira, retroscavadeira, minicarregadeira (bobcat), telehandler (movimentador telescópico)

foram analisados. As maiores recorrências observadas nos canteiros foram, a grua, a retroescavadeira, e o elevador de materiais, com isso, foram selecionados para uma análise quantitativa e qualitativa (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Frequência relativa dos equipamentos de movimentação de carga verificados nas obras.



Fonte: Os Autores

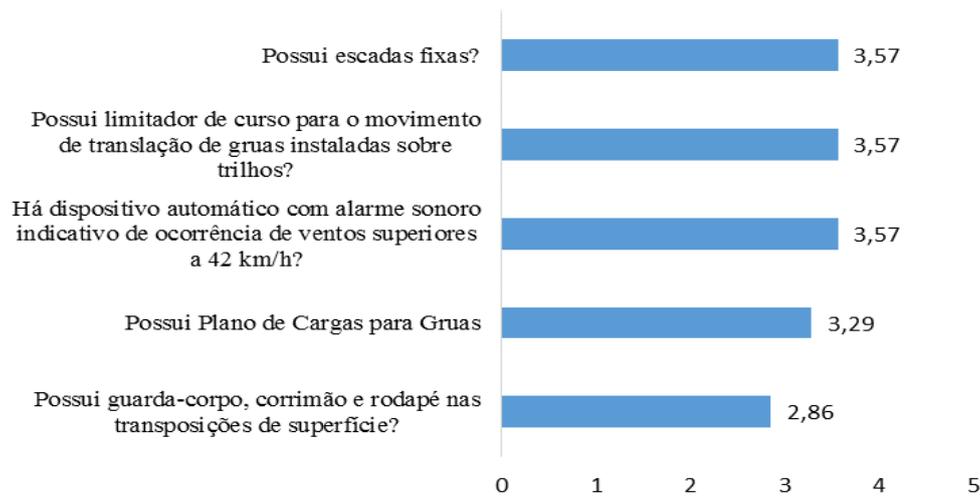
4 RESULTADOS E ANÁLISES

Gruas, elevadores e retroescavadeiras foram observados em 79% dos canteiros, os demais equipamentos são pouco frequentes. Cabe salientar que em obras com número de pavimentos maiores ou igual a cinco a utilização de equipamentos de mecanizado para movimentação, é indispensável para a eficiência do projeto de construção e entrega no prazo.

Na avaliação das gruas foram analisados 26 requisitos da NR 18 e o índice de conformidade geral observado foi de 4,52, o que corresponde a 90%, relativo ao máximo de 5. Entretanto, ao analisar os itens separadamente observa-se a redução do índice de conformidade nos seguintes itens (Gráfico 2): ausência do guarda-corpo, corrimão e rodapé nas transposições de superfície (2,86), falta do limitador de curso para o movimento de translação (3,57), inexistência de dispositivo automático com alarme sonoro indicativo de ocorrência de ventos superiores a 42 km/h (3,57), escadas fixas (3,57) e, ausência do plano de carga (3,29), sendo esses sugeridos como itens prioritários na formulação dos planos de inspeções em canteiros de obras.

Observa-se ainda que, as responsabilidades por esses itens são de diferentes origens. O “Plano de carga” é um item de melhoria da gestão dos canteiros enquanto “Limitadores de curso”, “Alarmes de ventos fortes” e, “Guarda corpo para as transições de níveis” devem ser solucionados no projeto e na manutenção dos equipamentos, cabendo ao canteiro certificar-se que o fornecedor cumpre as normas em vigor. Os demais itens avaliados são referentes ao projeto e fabricação da grua e foram atendidos em plenitude, em todos os canteiros.

Gráfico 2 – Índice de conformidade em requisitos para as guas

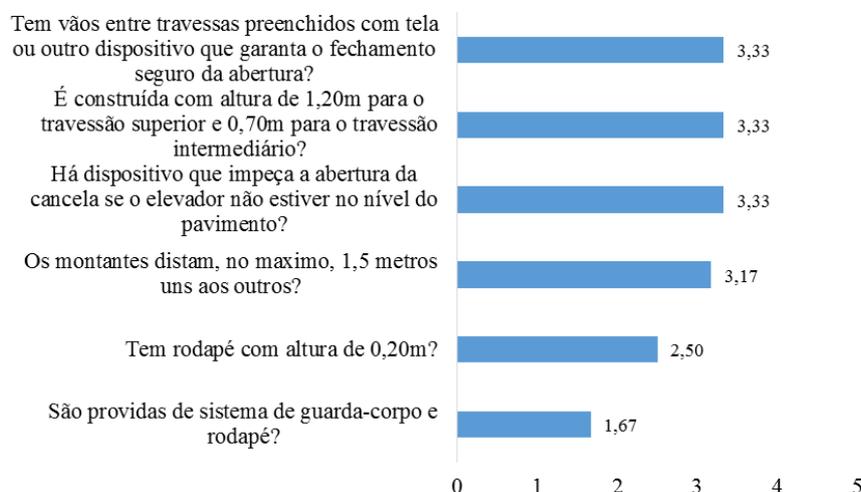


Fonte: Os Autores.

Para o equipamento “elevador de materiais” foram analisados 30 requisitos, e em média, as obras apresentaram índice de conformidade com a NR 18 em 2,67 o equivalente a 53,3% da nota total. Em nenhum dos canteiros avaliados foi observado conformidade em todos os itens, sendo que 2 itens não foram atendidos em nenhuma das obras: o cabo de tração dispor de 6 voltas no tambor e, as condições adequadas de segurança na montagem e desmontagem. Entretanto, os itens específicos dos elevadores com cabos não foram incluídos na presente análise por este tipo de mecanismo para acionamento dos elevadores ter tido seu uso restrito por norma específica.

O Gráfico 3 apresenta o resultado da avaliação dos itens relacionados a proteção coletiva contra quedas em altura no acesso à torre, são itens relacionados a instalação do equipamento no canteiro e têm sido descritos em estudos recentes (PLECH *et al.*, 2013). Observa-se que o Índice de Conformidade de 1,67, equivalente a 33%, no sistema Guarda-Corpo e Rodapé (GcR), essencial para conter o risco de queda de pessoas ou materiais, o que propõe oportunidade de melhoria para este equipamento.

Gráfico 3 - Proteção contra quedas por meio de guarda-corpo e rodapé no acesso à torre do elevador.



Fonte: Os Autores.

O Índice de Conformidade médio para os elevadores foi de 2,67, significativamente inferiores às registradas nas gruas, indicando maiores riscos de acidentes, multas e, paralizações. Observa-se que os itens de menor conformidade não estão relacionados com o tipo tecnológico do elevador, cremalheira ou cabo, mas com aspectos do sistema de proteção coletiva, comuns a ambos os tipos.

As retroescavadeiras foram observadas índice de conformidade de 4,57 (24% dos canteiros) e foram avaliados em 5 itens apresentados no Gráfico 4. Cabe salientar que este equipamento está sendo utilizado frequentemente nos canteiros de obras, usualmente estão em por contratos de aluguel, sendo a manutenção responsabilidade dos fornecedores, e não existe norma técnica específica para avaliar os requisitos de operação e manutenção. O uso de retroescavadeira em várias situações tem sido utilizado de forma improvisada.

Gráfico 4 – Avaliação de requisitos para retroescavadeira.



Fonte: Os Autores.

Após a análise quantitativa dos equipamentos, foi possível relacionar as não conformidades com suas respectivas medidas de controle/correção e o tipo de barreira a que se refere a não conformidade. Por exemplo, '*Possui dispositivo automático com alarme sonoro indicativo de ocorrência de ventos superiores a 42 km/h*', o dispositivo automático é classificado como uma barreira simbólica e para corrigir a não conformidade, é necessário realizar manutenção preventiva para monitorar os dispositivos de segurança e também inspeção do equipamento antes do início da atividade.

Com base nas informações apresentadas no quadro 3, foi possível confirmar as conclusões de Shapira e Lyachin (2009), a maioria das não conformidades estão relacionados ao fator humano (experiência do operador, experiência do sinaleiro e caráter do operador) e alguns ligados a gestão da segurança (gerenciamento da manutenção, gerenciamento de nível local).

Quadro 2 – Medidas de Controle das Não Conformidades.

Equipamento	Menor Conformidade	Tipo de Barreira	Medida de Controle / Correção
Grua	Possui dispositivo automático com alarme sonoro indicativo de ocorrência de ventos superiores a 42 km/h	Simbólica / Imateriais	- manutenção preventiva para monitorar os dispositivos de segurança - inspeção do equipamento de segurança antes do início da atividade
	Possui guarda-corpo, corrimão e rodapé nas transposições de superfície	Materiais ou Físicas / Funcionais	- uso de GcR conforme norma - placa informando o risco de queda em altura
	Possui limitador de curso para o movimento de translação de guias instaladas sobre trilhos	Funcionais	- inspeção do equipamento de segurança antes do início da atividade
	Possui Plano de Cargas para Gruas	Imateriais	- verificar a existência do plano de carga antes da montagem da mesma.
Elevador	O cabo de tração dispor de 6 voltas no tambor	Imateriais	- manutenção preventiva/corretiva para monitorar os dispositivos de segurança
	As condições adequadas de segurança na montagem e desmontagem	Imateriais	- treinamento de segurança com o objetivo de instruir os operários de como se portar durante a atividade de montagem e desmontagem - solicitar a empresa contratada documentos comprovando a proficiência dos montadores
	São providas de sistema de guarda-corpo e rodapé?	Materiais ou Físicas / Funcionais	- manutenção preventiva para monitorar os dispositivos de segurança - inspeção do equipamento antes do início da atividade
	Têm pisos de material resistente, sem apresentar aberturas?	Materiais ou físicas	- manutenção preventiva para monitorar os dispositivos de segurança
	Não têm inclinação descendente no sentido da torre?	Materiais ou Físicas	- inspeção do equipamento antes do início da atividade
	São fixadas à estrutura do prédio e da torre?	Materiais ou físicas / Funcionais	- inspeção do equipamento antes do início da atividade

Fonte: Os Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A movimentação de carga nos canteiros ainda é realizada principalmente com equipamentos tradicionais na construção (grua, elevador de materiais e retroescavadeira). Os itens de relacionados à segurança do trabalho indicados nas normas regulamentadoras são usualmente atendidos como item de projeto, constam como componente dos equipamentos. Itens de manutenção de responsabilidade do locador necessitam ser verificados rotineiramente pelos no canteiro. Enquanto os itens

de montagem e construção nos canteiros são os que mais apresentaram não conformidades.

Para atender as atuais recomendações de segurança é necessária ênfase das construtoras nos próprios sistemas de gestão para acompanhamento de recebimento e montagem dos equipamentos. As empresas fornecedoras também necessitam aprimorar os métodos de controle da manutenção preventiva.

Lacunas e deficiências são observadas nas Normas Regulamentadoras quanto a abrangência e atualização dos requisitos para esses tipos de equipamentos. As retroscavadeiras, por exemplo, não possuem atenção específica das normas de segurança do trabalho em canteiros. Com isso e considerando a experiência internacional e a consolidação do uso desses equipamentos, é importante preparar as normas a partir de estudos sistemáticos quanto aos riscos dos equipamentos, porque a exposição dos trabalhadores a novos riscos tende a ampliar.

Considerando as medidas de controle elaboradas com base nas não conformidades encontradas, verifica-se a necessidade de otimização dos processos de inspeção no canteiro. No que se refere aos equipamentos de movimentação, é necessário buscar a correção dos requisitos recorrentes não atendidos da NR18, principalmente aqueles referentes aos elevadores de materiais, independentem do tipo de acionamento do elevador.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio recebido através das bolsas concedidas, a FINEP e as empresas por permitir as visitas técnicas.

REFERÊNCIAS

BASNYAT, S., PALANQUE, P., SCHUPP, B., WRIGHT, P., Formal socio-technical barrier modelling for safety-critical interactive systems design. **Safety Science** 45, 545–565. 2007

BEAVERS et al. Crane-related fatalities in the Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 132, No. 9, DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:9(901). September, 2006.

BRASIL. **Norma Regulamentadora nº 18** (Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção). Rio de Janeiro: 1995.

FRANCO, A. J.; FONSECA, A.; SILVA, F. G.; GONÇALVES, J. P.; CARVALHO, R. F. Estudo do Perfil e do Custo Público dos Acidentes do Trabalho na Construção Civil da Bahia. In: **8º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Salvador, 2013.

GULDENMUND, F.; HALE, A.; GOOSSENS, L.; BETTEN, J.; DUIJM, N. J. The development of an audit technique to assess the quality of safety barrier management. **Journal of Hazardous Materials** 130 234–241. 2006

HOLLNAGEL, E. **Barriers and Accident Prevention**. [S.l.]: Ashgate Publishing, v. 1, 2004. 242 p. ISBN 978-0-7546-4301-2.

HSL – Health and Safety Laboratory. Tower crane incidents worldwide. **RR820. Research Report**. HMSO, UK, 2010.

MCDONALD, B., ROSS, B., CARNAHAN, R., 2011. The Bellevue crane disaster. **Journal of Engineering Failure Analysis** **18**, 1621–1636. DOI:10.1016/j.engfailanal.2010.09.003. 2010

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). **NIOSH Construction Research Program Evidence Package**. ISBN: 0-309-12851-X. Washington, D.C., July, 2008

NISKANEN, T; LAUTTALAMMI, J. Accidents in materials handling at building construction site. **Journal of Occupational Accidents**. Vol.11, pg1-17. 1989.

PLECH, C.; COSTA, F.; CARVALHO, R. Análise da compatibilidade entre os sistemas construtivos inovadores e os EPC em canteiros de EHIS. In: **8º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Salvador, 2013.

SARIC, S; BAB-HADIASHAR, A; HOSEINNEZHAD, R; HOCKING, I. Analysis of forklift accident trends within Victorian industry (Australia). **Safety Science** 60 176–184. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.07.017. 2013.

SERTYESILISIK, B; TUNSTALL, A; MCLOUGLIN, J. An investigation of lifting operations on UK construction sites. **Safety Science** 48 (72-79). Elsevier, 2010.

SHAPIRA, A., LUCKO, G; SCHEXNAYDER, C. J., Cranes for Building Construction Projects. **Construction Engineering and Management** 133:690-700. 2007.

SHAPIRA, A; LYACHIN, B. Identification and analysis of factors affecting safety on construction site with tower cranes. **Journal of Construction Engineering and Management**. 2009.

SKLET, S. Safety barriers: Definition, classification, and performance. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**. 6 Dezembro 2006.

SWUSTE, P. A ‘Normal Accident’ with a Tower Crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. **Safety Science** 57 276–282. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.03.002>. 2013.