

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO COLETIVA CONTRA QUEDAS PARA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Lícia Nascimento (1), Ricardo F. Carvalho (2), Robério Silva (1),
Vinicius Oliveira (2), George Câmara (1), Emerson Ferreira (2),
Jose Sampaio(1)*

(1) Serviço Social da Industria – SESI Departamento Regional/Bahia
Núcleo de Segurança e Saúde do Trabalho
Avenida Juracy Magalhães, 1200.
Lucaia – Rio Vermelho
Salvador, Bahia, Brasil.
Telefone: (71) 3205 1892, Fax (71) 3205 1885
E-mail: lician@fieb.org.br

(2) Departamento de Construção e Estruturas
Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.
End: Rua Prof. Aristides Novis, 02 - Federação
CEP: 40210-730. Salvador, Bahia, Brasil.

Resumo

O presente trabalho descreve os resultados do desenvolvimento de dispositivos do sistema de proteção coletiva contra quedas na construção civil. Em 2003 o SESI DR/Ba realizou um diagnóstico do setor da Construção Civil na Bahia para apresentar os principais problemas reconhecidos como pertinentes e basear uma nova forma de atendimento, que foi denominada de Programa Setorial de SST da Construção Civil, que busca contribuir para a redução da ocorrência de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais no setor. Como resposta ao diagnóstico foram desenvolvidos modelos inovadores dos elementos de proteção coletiva, plataformas periféricas, guarda-corpo, proteção de periferia de lajes, e fechamento de aberturas em lajes, utilizados na construção de edificações considerando os critérios de segurança do trabalho, segurança

estrutural, e durabilidade dos materiais. Este trabalho possibilitou a reunião de instituições com caráter público, UFBA e privado, SESI mobilizando infraestrutura, recursos financeiros e humanos conjuntos em ações para a redução dos acidentes de trabalho na construção civil. Os levantamentos das condições de uso e montagem diretamente nos canteiros de obra foram comparados com os requisitos funcionais prescritos nas normas de segurança; os dados do levantamento foram considerados na avaliação das ações estáticas e dinâmicas que atuam nestes equipamentos, assim como forma avaliados os aspectos de durabilidade destes componentes. Como resultado deste trabalho apresentam-se modelos dos elementos de proteção coletiva já mencionados, utilizados na construção de edificações de múltiplos pavimentos, em conformidade com a NR18

do Ministério do Trabalho e Emprego, considerando os critérios de segurança estrutural e durabilidade dos materiais, nas fases de montagem e uso além das avaliações

dos sistemas usuais na construção civil da Bahia.

Palavras-chave: Canteiro, Segurança, Quedas

Abstract

This paper describes the results of the development of a collective protection against falls system in construction. In 2003 SESI DR/Ba carried out a diagnosis of the Civil Construction sector in Bahia to determine the most pertinent problems in this sector and to serve as a basis for a new kind of service called Sectorial OHS Program in Construction, which aims to contribute to the reduction of occupational illnesses and industrial accidents in this sector. In response to the diagnosis, while taking into consideration occupational safety, structural security and the durability of the materials, innovative models of collective protection elements, such as platforms, guard-rails, edge protection on concrete slabs and the closing of openings in concrete slabs used in the construction of buildings, were developed. This project provided an opportunity for the joint participation of public (UFBA) and private (SESI) institutions which worked together to mobilize infrastructure and financial and human resources in order to reduce work related accidents in construction. The direct assessments on work sites of use and assembly conditions of equipment were compared to the functional requirements described in safety standards; the data from the assessments was considered in the

evaluation of loads that take place on the equipment, and aspects of component durability were also evaluated. This project resulted in the previously mentioned models of collective protection elements, used in the construction of multi-story buildings, in compliance with NR18 of the Ministry of Labor, considering the structural safety criteria and the durability of the materials in the assembly and use stages and in evaluations of existing systems in construction in Bahia. The project gave enterprises in the construction industry mechanisms that provide a safe work environment for workers, help with the development of planning and equipment estimates, reduce additional costs due to improvisations, maintenance, work that needs to be redone, and the adjustment of collective protection, present alternatives to facilitate installation and maintenance without generating risk in these activities, contribute to the reduction of fall related accidents in construction, contribute to the relationship between auditing/surveillance organizations and enterprises providing technical criteria for the inter mediation of the relationship between these parties.

Key Words: Construction, Safety, Falls

Introdução

Segundo o Ministério do Trabalho e do Emprego (M.T.E., 2003) a construção civil é o setor industrial que apresenta maior quantidade de acidentes fatais e não fatais. A falta de proteção para situações de risco de quedas de altura se constitui na causa principal desse elevado número de acidentes ocorridos na construção civil. O elevado índice de acidentes na construção persistiu por várias décadas até que em 1997 a legislação do trabalho desse setor foi reformulada, entretanto a aplicação dessa nova legislação tem encontrado resistência de aplicação (Rocha, Saurin e Formoso, 2000)

Considerando a pouca aplicação das normas de segurança do trabalho em canteiro de obras, o M.T.E. tem intensificado a fiscalização nas construções, portanto também tem aumentado a quantidades de multas ou paralisações impostas às construções. A negligência com a gestão da segurança e saúde do trabalho na construção apresenta diversos custos, como por exemplo:

- Transporte, indenizações e assistência médica ao acidentado;
- Danos materiais a ferramentas, máquinas, equipamentos e ao material de construção;
- Perdas de tempo no momento do acidente, e no retrabalho decorrente do acidente;
- Custos administrativos e de replanejamento das atividades;

- Custos governamentais; entre outros.

Comitês compostos por representantes da indústria, do sindicato e do governo têm sido formados com o objetivo de ampliar a implantação das normas do trabalho para o setor. Os representantes da indústria têm indicado algumas limitações das atuais normas, entre elas:

- Custo excessivo das soluções indicadas pelas normas e recomendações;
- Redução de produtividade e aumento dos custos finais do produto;
- Pouca durabilidade dos materiais e equipamento expostos às condições de uso em obra;
- Poucos modelos alternativos para implementação dos elementos de proteção coletiva contra quedas.

O presente trabalho apresenta contribuições aos sistemas de proteção coletiva contra quedas para a indústria da construção, considerando as atuais normas de segurança do trabalho para sistemas de proteção coletiva contra quedas, o desempenho estrutural dos sistemas em uso assim como os propostos neste trabalho, e também a funcionalidade e produtividade em canteiros.

Métodos

Inicialmente foram realizados levantamentos das soluções usuais aplicadas em construções correntes em Salvador. Os canteiros de obra foram visitados afim de ser identificadas às soluções correntes implantadas, as interferências entre os sistemas de proteção coletiva contra quedas e outras atividades simultâneas, além do levantamento dos riscos na operação e manutenção dos sistemas usuais; os materiais utilizados, durabilidade, ações mecânicas e ambientais.

A equipe também realizou reuniões para troca de informações de soluções usuais em outros centros urbanos do país e em outros países. Entrevistas com operários e gerentes de obra foram conduzidas para avaliar os aspectos que induzem redução de produtividade e riscos de acidentes.

Em seguida as soluções usuais em canteiro foram avaliadas pela equipe multidisciplinar

composta por especialistas em segurança do trabalho, análise estrutural, estruturas de madeira, estruturas de aço, gestão da construção e organização do canteiro. As contribuições das disciplinas envolvidas foram apresentadas e sintetizadas em propostas de aprimoramento das práticas usuais de canteiro. Também foi possível propor soluções inovadoras nas quais são incorporados conceitos de modulação dos elementos e alterações dos sistemas de apoio de alguns elementos avaliados.

Soluções técnicas

Aberturas em lajes

As aberturas em lajes são espaços através do qual materiais e equipamentos podem ser projetados e atingir operários que estejam em níveis inferiores da construção. Para evitar esse tipo de acidente, as aberturas são fechadas com madeira compensada, fixada à laje. O acompanhamento de obras correntes demonstrou que as deficiências observadas mais freqüentemente foram:

- Inexistência da proteção;
- Fixação insuficiente da madeira compensada à laje;
- Inexistência de avaliação de segurança estrutural;
- Contato do compensado com áreas de acúmulo de água;
- Re-uso de compensados deteriorados ou danificados.

A figura 1 apresenta uma abertura em laje sem proteção, situação típica nos canteiros acompanhados.



Figura 1- Abertura de laje sem proteção.

Duas alternativas foram avaliadas como solução para a fixação do fechamento de aberturas em lajes: Montagem de espaçadores com bordas embutidas nas aberturas como

limitadores de movimento (figura 2a) ou fixação com pinos metálicos cravados (figura 2b).

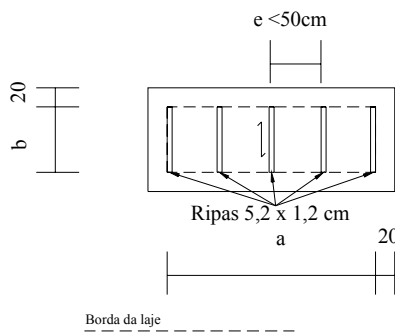


Figura 2a - Fixação de proteção por encaixe

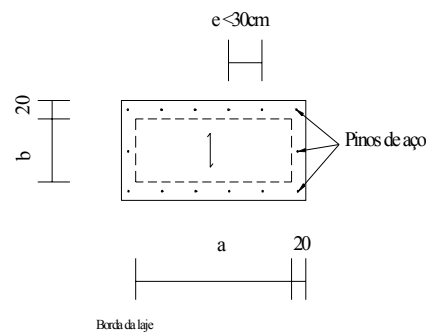


Figura 2b - Fixação de proteção com pinos metálicos

Algumas recomendações podem ser apresentadas para estender a durabilidade destas proteções:

- Manter o compensado seco, evitando-se o acúmulo de água em contato com o compensado através de drenagem adequada;
- As bordas do compensado devem ser chanfradas a 45°;
- Deve-se garantir uma superposição mínima de 20cm do compensado sobre a laje;

- Os pinos de aço serão fixados por pistola acionada por pólvora a pelo menos 10cm da borda do compensado;
- Sobre os compensados não devem ser estocados ou depositados materiais ou equipamentos;
- O espaçamento entre os pinos não deve ser superior a 30cm;

A avaliação estrutural da proteção, considerando sobrecarga (q) de 250 daN/cm² provenientes da circulação de pessoas e equipamentos leves e adotando-se os critérios

da NBR7190-97, sugere-se as relações da a espessura do compensado. tabela 1 entre os menores vãos das aberturas e

Espessura do compensado (mm)	12	15	18	21
Abertura máxima b(cm)	65	85	100	115

Tabela 1 – Relações entre abertura e espessura do compensado

Guarda-corpos

Os guarda-corpos são elementos de proteção contra quedas de pessoas e objetos que potencialmente seriam projetadas através das bordas das lajes dos edifícios em construção. As periferias das construções, as aberturas internas e extensas são os locais que usualmente os guarda-corpos são instalados. Os componentes dos guarda-corpos são, rodapé, corrimão a 120cm do piso, a travessa intermediária à 70cm, tela sinalizadora colorida, e montantes verticais.

A solução típica utilizada em canteiros pode ser exemplificada pela figura 6, sendo que as principais deficiências observadas em obras correntes foram:

- Diversidade de materiais sem controle de qualidade ou certificação, como por exemplo: cordas, ripas, cabo de enxada, telas plásticas, etc;

- Falta de rigidez lateral no guarda-corpo, adicionado o risco de desmontagem do sistema em caso de acidente;
- Deformabilidade excessiva das peças horizontais reduzindo a segurança, impondo riscos de desmontagem do sistema em caso de acidente e possibilitando aberturas entre as peças horizontais e a borda da laje, espaço suficiente para a passagem de materiais, equipamentos ou pessoas em queda;
- Interferências do elemento com a execução da alvenaria de fechamento externo.



Figura 3- Solução típica de guarda-corpo nas construções

Duas alternativas foram propostas, a primeira apresenta o detalhamento e aperfeiçoamentos das soluções recomendadas na NR18 (figura 4) e, outra modular e pré-fabricada (figura 5).

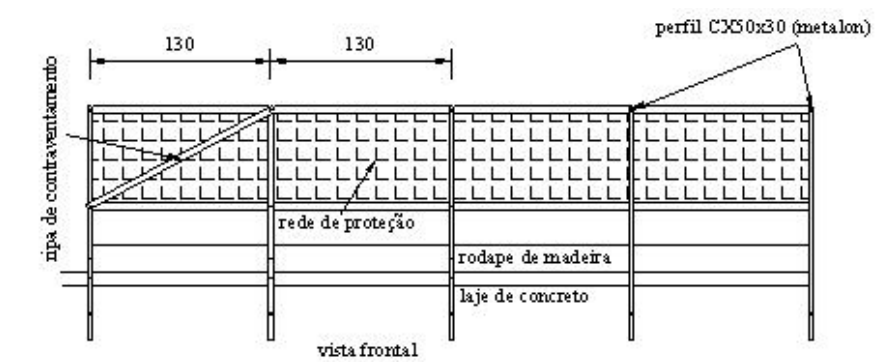


Figura 4- Detalhamento e aperfeiçoamentos das soluções apresentadas na NR18.

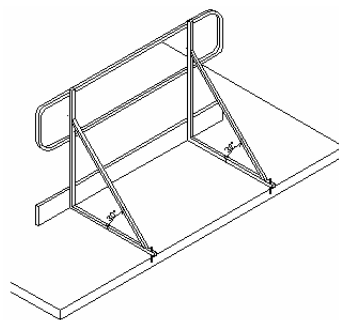


Figura 5 - Proposta de solução modular e pré-fabricada para guarda-corpos.

Os custos estimados para a proposta de pré-fabricação modular indicam investimentos iniciais elevados, entretanto vantagens de

produtividade e extensão da vida útil, podendo tornar atrativa a oferta dessa solução através de aluguel do equipamento.

Bandejas de periferia

As bandejas de periferia são elementos de proteção coletiva que restringem ou limitam os efeitos de quedas de objetos, protegendo pessoas, materiais e equipamentos em níveis inferiores ao acidente. As bandejas de periferia são compostas pela plataforma horizontal e extensão com inclinação, que apra os objetos em queda, elementos de apoio e sustentação e as ligações com a estrutura da edificação. As ações previstas para as estruturas destes elementos são: da

ação dinâmica do vento, sobrecarga para manutenção, serviços de limpeza, eventuais resgates de acidentados, pequeno acúmulo de detritos e o peso próprio dos elementos estruturais. As soluções típicas utilizadas em canteiros podem ser exemplificadas pela figura 6, sendo que as principais deficiências observadas em obras correntes foram: plataforma em tábuas ou compensados; estrutura de apoio e sustentação em estrutura metálica; e sistemas de apoio com esperas

ancoradas às respectivas lajes ou presas por escoras.

Outras deficiências observadas em obras correntes foram:

- Conservação do compensado
- Falta de parâmetros para previsão de custos;
- Abertura significativa entre tábuas;
- Riscos e ineficiência na montagem e desmontagem: Fixação, transporte;

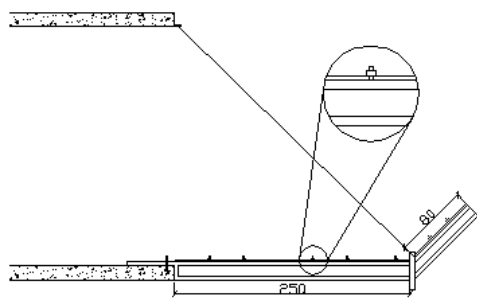
- Durabilidade: compensado, falta de critérios para escolha dos materiais;
- Aspectos estruturais:
 - Resistência e rigidez deficientes;
 - Falta de critério para definir o espaçamento entre apoios metálicos,
 - Falta de projeto ou cumprimento do projeto.



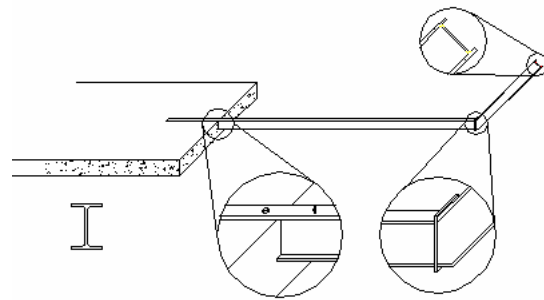
Figura 6. Montagem típica de bandejas de periferia.

Para as bandejas foram propostas soluções que envolvem mudanças no sistema de suporte, modulação e pré-fabricação dos elementos das bandejas. O sistema de suporte usual, mostrado na figura 6, é composto por uma treliça metálica apoiada em dois pontos: na laje com esperas metálicas e nas vigas de bordo. Nesse sistema existe a necessidade da viga de bordo para o apoio. Nas construções sem o elemento estrutural da viga de borda a segurança das estruturas do sistema é

reduzida. A proposta apresenta nesse trabalho é a mudança do sistema de apoio introduzindo-se um cabo de sustentação fixado à laje superior e na extremidade reta da plataforma. A mudança de sistema estrutural permite redução de 40% de massa de material necessário para a execução da bandeja. As figuras 7a e 7b apresentam os esquemas da solução proposta.



(7a)



(7b)

Figura 7. Proposta de alteração dos apoios das bandejas de periferia.

Os módulos propostos, deslocáveis entre pavimentos, e sem a necessidade de desmontagem, podem significar ganhos de produtividade devido a redução de tempo de trabalho necessário a desmontagem, transporte e re-montagem das bandejas usuais. O sistema modular, com as dimensões

das esperas de apoios com valores fixos possibilita a adequação de outros equipamentos as essas condições de operação, assim como os proposto para os guarda-corpos.

Considerações finais

A indústria da construção civil de Salvador ainda não apresenta completa conformidade com as normas e recomendações de segurança do trabalho, embora existam evoluções como consequência de uma maior ação de fiscalização. Iniciativas como as formações de comitês com a participação do Governo e dos Sindicatos podem resultar numa maior implementação nas ações de segurança do trabalho em canteiros de obras.

A modulação entre as dimensões dos dispositivos de apoio para guarda-corpos e bandejas de periferia pode reduzir a quantidade de esperas metálicas e aberturas deixadas para garantir condições de apoio para as atuais soluções.

Em trabalhos posteriores, as propostas apresentadas no presente trabalho serão submetidas a avaliação de comportamento mecânico, funcional e de durabilidade, sendo realizada em laboratórios e em canteiros de obras. Essa é a etapa de validação das propostas. A validação será realizada em condições de usos e em modelo em escala real.

Para as plataformas de periferia, a mudança no sistema de apoio mecânico pode representar uma redução de massa dos equipamentos em 40% aproximadamente, resultando em redução dos custos com materiais, serviços de montagem, desmontagem e transporte.

A avaliação dos efeitos das ações de impacto que atua sobre os equipamentos, freqüentemente observados em obra, deve ser realizada em trabalhos futuros. Os impactos intensos sobre a madeira compensada (ply wood) provocam deformações superiores aos limites geométricos pressupostos nas teorias lineares. Portanto, são necessárias avaliações

estruturais que considerem os efeitos da não-linearidade geométrica.

A continuidade desse trabalho também prevê a avaliação de materiais alternativos, com menor custo e se possível de maior durabilidade. Para tanto, será necessária a seleção e caracterização dos materiais alternativos.

Referências

M.T.E. - Ministério do Trabalho e do Emprego. Relatório de 2003. Disponível em <http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/analise/Dados2003/Conteudo/1486.pdf>, acessado em 25/10/2005.

DIAS, L.M.A.; PIRES, J.M.H.. **Construção: qualidade e segurança no trabalho**. IDICT – Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das condições de Trabalho. Lisboa, 1998. 179p.

TAIGY, A. C.; NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; NÓBREGA, R. Consequences of negligency in the management of building projects and its implication in work security. Disponível em <http://www.cramif.fr/pdf/th4/Lisbonne/posters/Bresil/Nobrega.PDF>, acessado em 26/10/2005.

ROCHA, C.A.; SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T. Avaliação da aplicação da NR-18 em canteiros de obras. XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-7190: Projeto de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-7678: Segurança na Execução de Obras em Serviços de Construção. Rio de Janeiro, 1993.

ROUSSELET, E. S., FALCÃO, C.. A Segurança na Obra: Manual Técnico de Segurança do Trabalho em Edificações Prediais. SICCMRJ/SENAI - DN/CBIC, 1986.