



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

SEGURANÇA ESTRUTURAL, FUNCIONALIDADE E DURABILIDADE DE PLATAFORMAS DE PROTEÇÃO DE PERIFERIA CONTRA QUEDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ricardo F. Carvalho (1); Emerson de A. M. Ferreira (2); Lícia M. B. Nascimento (3)

(1) Departamento de construção e Estruturas, Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Rua Aristides Novis, 2. Federação, Salvador, Bahia. ricardoc@ufba.br.

(2) Departamento de construção e Estruturas, Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Rua Aristides Novis, 2. Federação, Salvador, Bahia. Emerson@ufba.br.

(3) Núcleo de Saúde e Segurança do Trabalho, Serviço Social da Indústria, Regional Bahia. Avenida Juracy Magalhães, 1200, Lucaia – Rio Vermelho, Salvador-Bahia CEP 41940-060 Fone: (71) 205 1800, e-mail: lician@fieb.org.br

RESUMO

Este trabalho apresenta contribuições para a avaliação de plataformas de proteção de periferia contra quedas na construção de edificações a partir de critérios de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade. Obras correntes em Salvador foram visitadas com a finalidade de levantar os esforços decorrentes da montagem e da manutenção, as condições de uso que colaboram com a deterioração dos elementos desses sistemas, assim como as operações em canteiro para montagem e transporte destas plataformas. Os resultados obtidos indicam a possibilidade de se obter componentes mais leves, duráveis e seguros que os usuais; e também contribuem uma maior uniformização dos critérios de projeto, montagem e fiscalização dos sistemas de proteção contra quedas.

Palavras-chave: plataforma de proteção, segurança do trabalho, estrutura, canteiro.

ABSTRACT

This work presents contributions for the evaluation of safety platforms in building constructions starting from criteria of structural safety, functionality and durability. Average constructions in Salvador were visited with the purpose of lifting the current efforts of the assembly and of the maintenance, the use conditions that could influence in the elements deterioration, as well as the site operations for assembly and transport of these platforms. The obtained results indicate the possibility to obtain components lighter, durable and safer than the usual ones; and they also contribute for a better project criteria, assembly and inspection of the protection systems against falls.

Key words: safety platform, structures, construction site

1 INTRODUÇÃO

A construção civil segundo levantamentos do MTE (Ministério do trabalho e do Emprego, 2003) com base no Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, atribui a construção civil elevados índices de mortalidade e morbidade relacionados aos acidentes do trabalho. Acidentes do trabalho implicam em custos sociais como previdência e assistências médico-hospitalares; custos diretos e indiretos para a produção como o tempo parado e as multas e indenizações; além e principalmente, as consequências pessoais como a incapacitação temporária ou permanente ou mesmo o óbito.

A partir da Norma Regulamentadora número 18 (MTE, 2006) que apresenta as condições de segurança do trabalho exigíveis pelo TEM foram desenvolvidos diversas ações sobre o tema, entre os quais podem ser ressaltados: Grupo e Comitês Tripartites foram montados com a participação de setores empresariais, governamentais e de trabalhadores. No ano de 2003 a DRT-BA concentra recursos na fiscalização do setor da construção civil. Entre 1998 e 2000 sete universidades realizaram um amplo levantamento sobre as condições de aplicação da NR18 em canteiros de obras.

Nesse levantamento foram identificados como um dos principais aspectos de não conformidade dos canteiros com a NR18 os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) contra quedas. Os EPC são equipamentos que dificultam ou impedem que um ou mais trabalhadores se coloquem em situação de risco de acidente e, diferentemente dos equipamentos de proteção individual, esses são apoiados nos elementos do canteiro. Acidentes envolvendo quedas de nível incluem a queda de pessoas projetadas através das bordas ou das aberturas em lajes. As medidas de prevenção de acidentes com quedas previstas na NR18 são, os guarda-corpos, os fechamentos horizontais e verticais, e as plataformas de segurança.

A NR18 determina a obrigatoriedade de instalação de plataforma principal de proteção na primeira laje de um edifício em construção e de plataformas secundárias de proteção de três em três lajes acima da plataforma principal, sendo que as plataformas de proteção têm por finalidade principal aparar eventual queda de materiais, essas plataformas são identificadas em algumas regiões como apara lixo. A plataforma é formada pela bandeja, estrado, e pela estrutura de apoio e sustentação, sendo fixada na construção mediante peças especiais, e esperas deixadas antes da concretagem da laje como ganchos, pinos, ou forquilhas.

A plataforma principal de proteção deve ser instalada, na altura da primeira laje, deve ter no mínimo 2,50m de projeção horizontal da face externa da construção. Acima e a partir da plataforma principal de proteção, devem ser instaladas plataformas secundárias, de 3 em 3 lajes. Essas plataformas devem ter, no mínimo, 1,40m de projeção a partir da borda da laje. Tanto as plataformas principais como as secundárias devem apresentar um complemento de 0,80m de extensão, com inclinação de 45° sua extremidade, e um complemento de 0,80m de extensão a 45° com a horizontal. A montagem dos elementos inclinados tem como objetivo evitar que os componentes horizontais do movimento projetem o objeto em queda para fora da plataforma.

Saurin e Formoso (2000), a partir de dados coletados em ampla pesquisa nacional, apresentam o diagnóstico e contribuições para o aperfeiçoamento de plataformas de proteção utilizadas na periferia de construções de edificações de múltiplos pavimentos. Alguns dos aspectos observados no trabalho foram: o excessivo afastamento entre tábuas das bandejas, e entre as bandejas e a construção, o tempo de vida útil reduzido dos materiais utilizados, dúvidas entre gerentes e fiscais quanto a aspectos de viabilidade técnica e econômica nos critérios da NR18, e a necessidade de prever os efeitos de quedas de pessoas nas bandejas de proteção. Entre as recomendações apresentadas no trabalho podem ser destacadas: a necessidade de realizar avaliações de desempenho estrutural de bandejas submetidas a impactos de pessoas, a realização de avaliações de segurança estrutural considerando as condições de uso, os materiais e as condições de apoio das bandejas. Considerando os aspectos operacionais os autores recomendam a limpeza regular das bandejas, e a observação das condições de segurança durante as atividades de montagem e desmontagem.

O presente trabalho contribui para a orientação da montagem de bandejas de proteção contra quedas em tábua de pinho e apoios metálicos a partir de critérios de desempenho, estrutural, funcional, e de durabilidade.

2 MÉTODOS

Os procedimentos adotados no presente trabalho podem ser agrupados em duas fases, o levantamento das tipologias e condições de uso das plataformas em canteiros de obras de Salvador e no levantamento de condições exigíveis em normas vigentes. Considerações sobre os impactos em bandejas foram destacados como consequência das significativas diferenças de opiniões identificadas.

2.1 Tipologias usuais

Os modelos de plataformas são variados e adotam diferentes materiais. Os canteiros de obras correntes em Salvador foram adotados como espaço de atuação do presente trabalho. Nas construções visitadas foi observado que as soluções usuais para as bandejas são em tábuas de pinho, as estruturas de suporte em treliças metálicas com espaçamentos entre 1,2m a 1,8m; e a fixação dos suportes metálicos utiliza esperas em barras de aço ancoradas na estrutura de concreto armado. Observa-se também que o tempo e trabalho na montagem, desmontagem, e transporte são significativos, e que a montagem e desmontagem das plataformas acrescentam riscos à segurança do trabalho. Entrevistas com os engenheiros e arquitetos indicam que a vida útil dos materiais utilizados é considerada reduzida. A figura 1 apresenta o aspecto das soluções usuais em canteiros de obras de Salvador, e avaliada no presente trabalho.



Figura 1: Detalhe inferior da bandeja em madeira, apoios metálicos e fixação das plataformas.

2.2 Ações mecânicas

O dimensionamento das plataformas considerou a bandeja de tábuas de pinho dispostas paralelamente à borda das construções avaliadas, adotando-se os critérios da NBR 7190:97, e apoios metálicos perpendiculares às bordas da construção adotando-se os critérios da NBR 8800. A sobrecarga estimada de 170daN/cm² provenientes da ação dinâmica do vento, da sobrecarga para manutenção, limpeza e pequeno acúmulo de detritos. A ação dinâmica dos ventos foi considerada para a velocidade básica em Salvador e altura máxima do solo para a bandeja principal de 6m e para a secundária de 30m. As tábuas foram consideradas bi-apoiadas nos suportes metálicos.

As madeiras adotadas foram coníferas, classe C25, os valores característicos na umidade de referência de 12% estão apresentados na tabela 1. As condições de uso para definição do Coeficiente de

Modificação (K_{mod}) foram, madeira de segunda categoria, umidade de equilíbrio com o ar 18%. Usualmente, as madeiras comercialmente identificadas como agreste, utilizadas em construções provisórias em canteiros, atendem as especificações adotadas, entretanto é necessária a realização do controle tecnológico das madeiras e enquadramento dessas nas diversas classes sugeridas na NBR7190. A figura 2 apresenta os esquemas das bandejas principal e secundária em tábuas de pinho.

Tabela 1: Valores característicos das madeiras coníferas classe C25, conforme NBR7190-97.

Classe	Resistência característica a compressão paralela às fibras, f_{c0k} MPa	Resistência característica ao cisalhamento, f_{vk} MPa	módulo de elasticidade a compressão paralela às fibras, $E_{c0,m}$ MPa	Massa específica básica, $\rho_{bas,m}$ kg/m ³	Massa específica aparente, $\rho_{aparente}$ kg/m ³
C25	25	5	8500	450	550

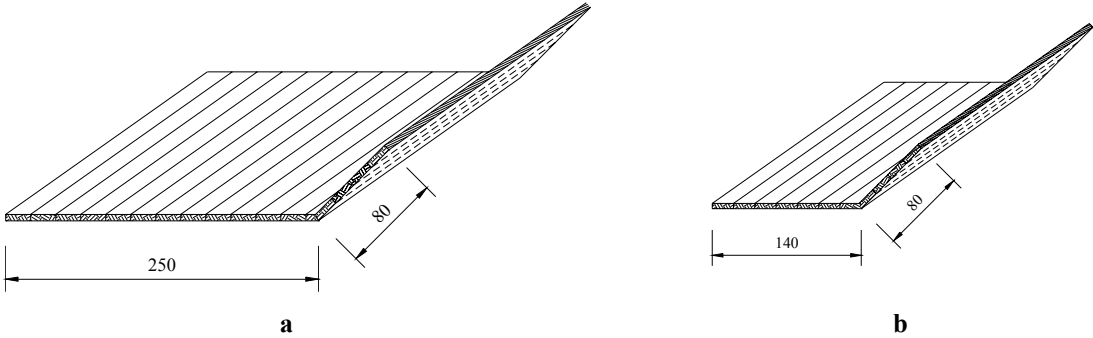


Figura 2: Esquema para montagem da bandeja principal (a), e o esquema para montagem da bandeja secundária (b).

Nas estruturas de apoio, além das ações provenientes das bandejas foram acrescidas ações concentradas de 100DaN provenientes de eventuais operações de resgate ou socorro. O perfil I adotado é o de 76mm (3”), 6,2kg/m, em primeira alma, de aço laminado. A bandeja de madeira deve ser suficientemente rígida para realizar o contra-ventamento lateral da estrutura metálica. A figura 3 apresenta os esquemas dos apoios metálicos para as bandejas principal e secundária e a figura 4 o modelo adotado nas análises estruturais.

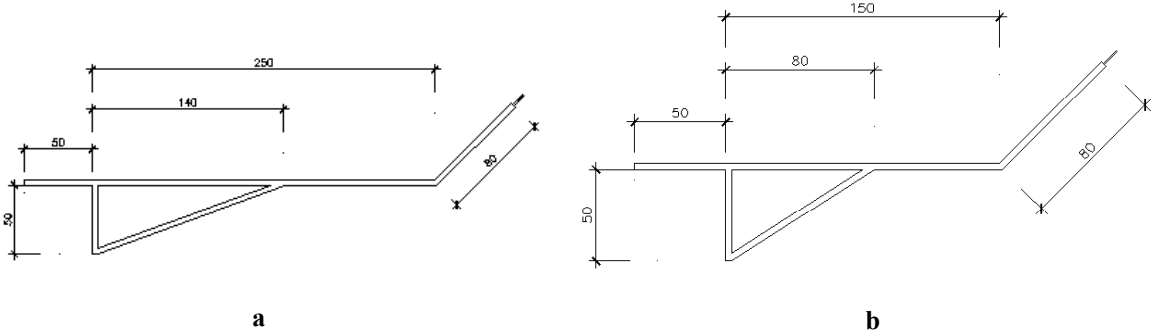


Figura 3: Esquema para montagem do apoio metálico da bandeja principal (a), e o esquema para montagem do apoio metálico da bandeja secundária (b).

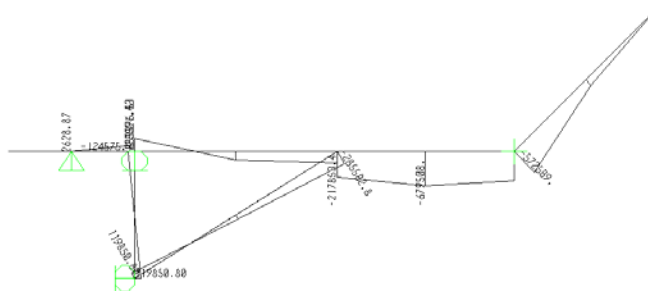


Figura 4: Modelo estrutural típico adotado na análise das bandejas usuais.

2.3 Impactos em bandejas

A consideração de impactos nas bandejas decorrentes da quedas de pessoas ou objetos de massa e dimensões significativas é um tema controverso. Saurin e Formoso (2000) consideram as redes mais adequadas em caso de risco de queda de pessoas, a NR18 que prevê os guarda-corpos como elementos de proteção coletiva contra a projeção e quedas de pessoas e objetos de dimensões significativas através das bordas da construção, relatos obtidos nas entrevistas em obras indicam a ocorrência de falhas nos sistemas de apoio de máquinas e equipamentos próximos às bordas das construções que provocaram incidentes.

Avaliações dos efeitos de impactos de massa de 80kg, em queda a partir de alturas de 3m, 6m, e 9m, calculando-se o coeficiente de impacto, consideradas as curvaturas exatas, na flexão da faixa (Rocha, 2005) indicam que as estruturas suficientemente resistentes a esses impactos necessitam redução considerável entre os afastamentos dos apoios metálicos das bandejas aumentando os custos de produção das plataformas.

3 SOLUÇÕES PARA AS PLATAFORMAS USUAIS

O modelo proposto a partir das considerações apresentadas é: plataformas compostas por bandejas em tábuas de madeira conífera, classe C25, dimensões de 20cm de largura, 2,5cm de espessura, e comprimento mínimo de 150cm; apoios metálicos como apresentados na figura 3, com perfis de 76mm (3"), 6,2kg/m, em primeira alma, de aço laminado, espaçados a cada 150cm. As plataformas principais devem apresentar altura máxima do solo de 6m, enquanto as plataformas secundárias devem apresentar altura máxima do solo de 30m.

A durabilidade da madeira pode ser aumentada com medidas de proteção dos estoques, medidas conhecidas, mas pouco observadas em canteiro, como o afastamento das madeiras do solo, afastamentos entre camadas de madeira de forma a permitir a circulação de ar, e coberturas que evitem o contato das madeiras com as águas de chuva. Quanto às madeiras instaladas nas bandejas deve-se protegê-las das águas de chuvas com uma cobertura plástica ou pinturas. Deve-se garantir um afastamento mínimo de 5mm entre os elementos horizontais e inclinados das bandejas para evitar o acúmulo de água e conseqüentemente a sobrecarga na estrutura e a deterioração da madeira. A sobrecarga em decorrência do acúmulo de água pode levar à ruína a estrutura das plataformas. A bandeja principal deve ser limpa periodicamente retirando-se os detritos acumulados, enquanto as secundárias podem ser limpas durante o transporte entre pavimentos. Todo o material danificado deve ser substituído.

Para a segurança nos serviços de montagem, desmontagem e transporte das bandejas, não devem ser

acrescentadas situações de risco, necessitando portanto, que os operários sejam treinados e utilizem os equipamentos de segurança adequados às atividades. A circulação para manutenção, montagem, desmontagem ou eventuais resgates devem ser realizados nas regiões de apoios. Este procedimento deve ser treinado em obra.

4 CONCLUSÕES

O modelo proposto neste trabalho foi obtido a partir de condições de uso, procedimentos, e materiais descritos, portanto mudanças ou alterações nesses pressupostos implicam em reavaliações do desempenho estrutural.

Os ensaios de qualificação da madeira utilizada nas bandejas, o uso de madeiras mais densas e resistentes, associadas às medidas de proteção descritas, podem aumentar a durabilidade dos jogos de bandejas viabilizando o reaproveitamento em sucessivas construções.

As avaliações dos efeitos dos impactos de objetos em queda com massa e dimensões significativas sugere que a função de evitar a queda de pessoas deve ser exercida pelo guarda-corpo ou equipamentos de proteção individual, além de ser garantida a fixação adequada de máquinas ou equipamentos.

É necessário o desenvolvimento de modelos alternativos mais eficientes. Os modelos de plataformas usuais em canteiros possuem custos diretos significativos em material, e em horas de trabalho necessárias à montagem, desmontagem, e transporte.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7190: Projeto de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR8800: Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios. Rio de Janeiro.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora n. 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/ComissoesTri/ctpp/oquee/conteudo/nr18/>>, acessado em junho de 2006.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. Estatísticas sobre acidentes do trabalho. Disponível em <www.mte.gov.br>, acessado em outubro de 2004. 2003

ROCHA, J. A. L. (2005) A procedure to determine the impact coefficient in a linear elastic straight beam considering the exact curvature of the elastica. Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica (COBEM), Ouro Preto, 2005. In: Anais do COBEM 2005, em CD ROM.

ROCHA, J. A. L. (2005) A procedure to determine the impact coefficient in a linear elastic straight beam considering the exact curvature of the elastica. Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica (COBEM), Ouro Preto, 2005. In: Anais do COBEM 2005, em CD ROM.

SAURIN, T.A; FORMOSO, C.T. . Contribuições para aperfeiçoamento das exigências da NR-18 relativas às plataformas de proteção. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC). Disponível em <www.cpgec.ufpr.br/norie/nr18/Platafor.pdf>, em outubro de 2005. Salvador: 2000.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia (FAPESB), o Departamento Nacional do Serviço Social da Indústria, (SESI/DN), Fundação Escola politécnica da Bahia (FEP); além das empresas JDL Qualidade, produtividade e segurança do trabalho; e a PENGEC.