



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

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE ATENDIMENTO A REQUISITOS DE SISTEMAS DE PROTEÇÕES PERIFÉRICAS

Peñaloza, Guillermina (1); Saurin A, Tarcisio (2); Rangel P, Pablo Andrés (3)

(1) UFRGS/NORIE, (51) 94114646, e-mail: arq.guillerminapenaloza@gmail.com

(2) UFRGS/PPGEP, e-mail: saurin@ufrgs.br

(3) UFRGS/NORIE, e-mail: pablorangelp@gmail.com

RESUMO

Embora o uso de sistemas de proteções periféricas (SPP) seja importante para prevenir quedas de altura na construção civil, não há métodos amplamente aceitos para a avaliação do desempenho dos mesmos. O objetivo deste estudo é a apresentação de um protocolo de avaliação de atendimento a requisitos de desempenho de SPP. O protocolo foi desenvolvido por meio da identificação e categorização de requisitos, estabelecimento das fontes de evidências para avaliar cada requisito e a definição de um sistema de pontuação para diferenciar os níveis de adequação aos requisitos. Esse artigo ilustra a aplicação do protocolo em dois tipos de SPP, denominados "madeira" e "metálico". Os resultados da avaliação foram discutidos junto a representantes de construtoras e fornecedores de SPP. Os pontos fortes e fracos do protocolo são discutidos com base nessas aplicações.

Palavras chaves: Sistemas de proteções periféricas, requisitos de desempenho, segurança no trabalho.

ABSTRACT

Although the use of edge protections systems (SPP) is an important measure to prevent falls from height in construction, there are no widely accepted methods for evaluating their performance. The aim of this study is to present an evaluation protocol of care performance requirements of SPP. This method proposes that the following steps are followed to evaluate SPP : (a) The development of the protocol was developed through the identification and categorization of requirements , establishment of sources of evidence to evaluate each requirement and the definition of a scoring system to differentiate levels of fitness requirements; (b) applying the protocol to use; (c) validate the results in conjunction with stakeholders and identify opportunities for improvement and testing. This article illustrates the application of the protocol in two types of SPP, called "wood " and "metallic". The results of the evaluation were discussed with representatives of contractors and suppliers of SPP. The strong and weak points of this method are discussed protocol based on these applications.

Key words: Temporary edge protection systems, performance requirements, safety at work.

1 INTRODUÇÃO

Uma das proteções físicas mais comumente utilizadas nos canteiros de obra são os Sistemas de Proteção Periférica (SPP), os quais constituem barreiras que oferecem proteção simultânea a vários trabalhadores, impedindo a queda de altura (GARCIA, 2010). De fato, as normas de segurança no trabalho na construção civil, no Brasil e no exterior, apresentam vários requisitos aos quais os SPP devem atender. Tais requisitos, por sua vez, costumam ter ênfase na resistência estrutural e configuração geométrica dos SPP. Apesar da importância e extensão das exigências normativas, diversos estudos nacionais acerca do nível de cumprimento da NR-18 apontam que os requisitos

associados aos SPP costumam ser os menos atendidos (LANTELME, 2000; ROCHA, 1999; ARAÚJO, 2000; MIRANDA e DIAS 2004). Dentre as possíveis causas dessa situação, pode ser citada a falta de soluções de SPP adequadas às características tecnológicas e gerenciais das obras. Por outro lado, estudos anteriores, no Brasil e no exterior (HILLIARD, 1996; ROCHA, 1999; OSTROW, 2001; MARTINS, 2004; LAN, 2009, GARCIA, 2010; NASCIMENTO, 2011; CHEUNG, 2012; HSE, 2012; RODRIGUEZ, 2013) também identificaram boas soluções de SPP, além de que é reconhecida a crescente expansão do número de fornecedores de equipamentos de proteção coletiva, em geral, no mercado nacional. Também vale salientar que os estudos acerca dos SPP não costumam levarem conta requisitos associados à eficiência e flexibilidade dos mesmos, bem como não investigam os processos de montagem e desmontagem.

Neste contexto, este trabalho apresenta um protocolo para avaliação do desempenho de SPP, que pretende contribuir para a identificação de soluções promissoras já existentes no mercado, e que podem ser objeto de aperfeiçoamentos. A falta de métodos para verificar a aderência dos SPP aos requisitos cria dificuldades para todas as partes interessadas, tais como agentes governamentais de fiscalização, empresas e trabalhadores, que têm poucos subsídios para comparar os diferentes sistemas e avaliar sua eficácia. Cabe ressaltar que este trabalho foi realizado no contexto do projeto “Tecnologias para Canteiro de Obras Sustentável de Habitações de Interesse Social (Cantechis)”. Tal projeto possui seis subprojetos sendo um deles “Aperfeiçoamento de sistemas de proteção coletiva em canteiros de obras de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)”, o qual é apoiado financeiramente pela FINEP, envolvendo pesquisadores de três Universidades brasileiras (UFRGS, UFBA e UFSCar).

2 METODO DE PESQUISA

2.1 Delineamento da pesquisa

Para o desenvolvimento deste estudo adotou-se a estratégia de pesquisa construtiva ou *Design Science*, a qual visa o desenvolvimento de um artefato destinado a resolver problemas práticos e ao mesmo tempo realize uma contribuição à teoria (LUKKA, 2003). No caso dessa pesquisa, o "artefato" é o protocolo para avaliação dos SPP. De um lado, ele contribui para resolver o problema prático de como avaliar o desempenho de SPP e comparar diferentes alternativas. De outro lado, ele contribui para definir o constructo teórico "requisitos de SPP" ao identificar quais são esses requisitos, como eles podem ser classificados e como eles se relacionam entre si. Esta pesquisa foi desenvolvida em três etapas. Inicialmente, o protocolo foi elaborado por meio da: (a) identificação de requisitos; (b) análise e categorização dos requisitos de acordo com a natureza de cada um; (c) estabelecimento das fontes de evidências para avaliar cada requisito; (d) definição de um sistema de pontuação que descreve o grau de atendimento aos mesmos. A segunda etapa compreendeu a aplicação do protocolo, que incluiu: (a) a escolha dos SPP específicos a serem avaliados; (b) escolha das obras e caracterização das mesmas; (c) coleta e análise de dados decorrentes da aplicação do protocolo. Na terceira etapa, ocorreu a validação e discussão dos resultados das avaliações junto a representantes das construtoras, projetistas e fabricantes, em reuniões de *feedback* específicas com cada parte interessada bem como um *workshop* que envolveu a participação conjunta de representantes de várias partes.

2.2 Identificação de requisitos

Os requisitos de SPP foram identificados a partir de: (a) pesquisa bibliográfica em normas e regulamentos nacionais como NR-18 (MTE, 2013) e RTP 01 (FUNDACENTRO, 2003), normas internacionais, tais como a UNE EN 13374 (2004), OSHA 1926.502 (2006), artigos científicos, memoriais descritivos de SPP patenteados, pesquisa documental em relatórios técnicos de ensaios laboratoriais de SPP; (b) entrevistas com nove engenheiros responsáveis por obras que usavam SPP, cinco engenheiros de segurança, dois projetistas de proteções coletivas, dois auditores fiscais, dois representantes de empresas que fornecem SPP industrializados e nove trabalhadores, responsáveis pela execução dos SPP. As entrevistas foram gravadas e transcritas, tiveram duração média de uma hora e foram baseadas num roteiro de quinze questões que dava origem a outras no decorrer da entrevista. Nas transcrições de entrevistas, e documentos consultados, foram identificadas evidências de requisitos de SPP, que se enquadrassem na definição de requisito usada nesse estudo: condições que expressam qualitativamente os atributos que um sistema deve possuir a fim de satisfazer as exigências dos usuários, (NBR 15575). Por sua vez um atributo é a característica de um produto que o consumidor ou usuário requer. Sob o conceito de desempenho, as necessidades do usuário, são parâmetros que definem os atributos de construção.

2.3 Classificação dos requisitos

Após esta análise, foram identificados 34 requisitos, os quais foram agrupados em três categorias: (a) segurança, 17 requisitos; (b) eficiência, 11 requisitos e (c) flexibilidade, 6 requisitos. Os requisitos da categoria Segurança tem origem, em sua maioria (88%) nas normas, e estão associados a aspectos de resistência estrutural, durabilidade e aspectos geométricos. Assim como ocorre nas outras duas categorias, os requisitos associados à segurança são relacionados entre si. Por exemplo, o atendimento do requisito "minimizar a queda de pessoas" depende de outro requisito que define as dimensões do SPP, bem como de outro que define a resistência do SPP aos esforços solicitantes. Deste modo, o atendimento a determinados requisitos contribui para o atendimento de outros. De outro lado, a maioria (81%) dos requisitos da categoria eficiência dos SPP, teve origem em entrevistas, observações em uso e análise de projetos. Os requisitos ligados à eficiência contemplam requisitos ergonômicos, de produtividade, reaproveitamento e baixo custo ao longo do ciclo de vida. Similarmente, os requisitos associados à flexibilidade também tiveram origem, em sua maioria (94%), nas entrevistas e análise de SPP encontrados no mercado. A flexibilidade contempla, principalmente, requisitos de adaptabilidade frente a diferentes configurações geométricas, técnicas construtivas e etapas da obra.

2.4 Níveis de atendimento

Para cada requisito foi estabelecido um critério de avaliação. De acordo com a NBR 15575, critério se refere à especificação quantitativa do requisito. Contudo, no presente estudo, alguns critérios possuem especificação qualitativa, sendo possível ter vários critérios associados a um requisito. Além disso, foi proposto um sistema de pontuação, de zero a dez, para diferenciar os níveis de atendimento ao requisito. Embora possa ser atribuída qualquer nota de zero a dez, foram estabelecidos marcos de referência para descrever o que caracteriza algumas das notas possíveis entre zero e dez, sempre que possível com base em critérios definidos por normas. Nas situações em que as normas não contribuíram, a literatura contribuiu para a descrição dos níveis, ou então os pesquisadores desenvolveram uma proposta.

2.5 Fontes de evidências

A fim de facilitar a aplicação do protocolo, foram definidas as fontes de evidências para avaliar cada requisito, tais como: análise de projetos e laudos técnicos de ensaio de SPP, observações em uso, entrevistas com engenheiros e operários. Tal definição foi importante, pois, em função de sua natureza, certos requisitos só podem ser validados por meio de certas fontes de evidências. Assim, se utilizaram abordagens específicas da literatura para avaliar certos requisitos. Por exemplo, para o requisito “reduzir o esforço físico a partir das tarefas de montagem, desmontagem e transporte do SPP”, foi usada a proposta de Kodak (1986), que estabelece uma fórmula para o cálculo do percentual máximo de frequência cardíaca (PMFC), utilizada para trabalhadores que exercem atividades industriais, em turnos de 8 horas. O mesmo autor estabelece que o PMFC deve ser no máximo 33%. Similarmente, outro requisito de eficiência diz respeito às posturas assumidas pelos trabalhadores, as quais foram avaliadas utilizando o método WinOwas (KIVI e MATILA, 1991). A Tabela 1 apresenta um exemplo de como os requisitos foram organizados e parametrizados para conformar o protocolo de avaliação.

Tabela 1 – Protocolo de avaliação.

Categoria: Segurança	
Requisito: minimizar o risco de quedas de pessoas	Origem: NR-18
Critério: atender as dimensões mínimas e máximas dos SPP.	
Níveis de atendimento:	
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Nota 10:</u> Atende totalmente o requisito. Altura mínima do SPP: 1,20 m. Altura máxima do travessão intermediário horizontal: 0,70 m. Distância máxima entre os travessões intermediários verticais: 0,48 m. • <u>Nota 7:</u> Atende parcialmente, com deficiências que impactam moderadamente no desempenho do SPP. • <u>Nota 3:</u> Atende parcialmente, com deficiências que geram muito impacto no desempenho do SPP. • <u>Nota 0:</u> Não atende. 	
Fontes de evidências: Análise de projeto/ Laudo técnico. Observações em uso. Entrevista com engenheiros e operários. (As alturas do guarda-corpo principal e intermediário são adequadas? Aconteceu algum acidente de queda ou quase acidente envolvendo SPP?).	
Oportunidades de melhoria:	

2.6 Escolha dos SPP e caracterização das obras visitadas

Este estudo enfatiza os SPP de madeira e metal. A escolha ocorreu em função dos seguintes motivos: (a) tais sistemas são reconhecidamente os mais comuns na região em que ocorreu o estudo; (b) empresas locais desenvolveram, recentemente, projetos de SPP metálicos e de madeira supostamente melhores que aqueles que as mesmas vinham usando até então, e elas tinham interesse em uma avaliação independente dos mesmos, o que foi possível por meio deste estudo. A Tabela 2 apresenta as características de cada sistema e seu uso dentro da obra.

Tabela 2 – Caracterização dos sistemas avaliados.

MADEIRA (MA)	
<p>Características: sistema constituído em madeira com tela de proteção. A união dos componentes é mediante pregos. Os montantes são fixados na viga mediante barra de ancoragem, arruela e porca tipo borboleta.</p> <p>Uso: sistemas construtivos de vigas e pilares de concreto, nas etapas de montagem de forma, concretagem e elevação de alvenaria.</p>	

METÁLICO (ME)	
<p>Características: Sistema constituído por módulos metálicos, nas dimensões 1,50 x 1,30 m. A união dos módulos ocorre mediante encaixe. A fixação dos montantes ocorre na alvenaria mediante barra de ancoragem, já incorporada ao sistema.</p> <p>Uso: Sistemas construtivos de vigas e pilares de concreto e sistemas em alvenaria estrutural, nas etapas de montagem de forma, concretagem e alvenaria.</p>	

Ao todo, foram avaliados quatro SPP em madeira (MA) e quatro SPP metálicos (ME). Realizaram-se 17 visitas a oito canteiros de obra na cidade de Porto Alegre e região metropolitana. A coleta de dados, em cada visita as obras, teve uma duração média de quatro horas entre observações, medições e entrevistas; envolvendo de dois a três pesquisadores. Na Tabela 2 são caracterizadas as obras visitadas. Em função de restrições de espaço, nesse artigo são apresentados apenas os resultados da avaliação de um SPP metálico e um de madeira, observados respectivamente nas obras 4 e 6 segundo a Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização das atividades e obras visitadas.

Obra	Características	SPP	Atividade avaliada	Visitas
1	<i>Sistema construtivo:</i> tradicional <i>Cenário de observação:</i> Ar livre /	MA	Montagem / Uso/ Desmontagem	3
2	Dentro da edificação	MA	Montagem	1
3	<i>Mao de obra que instala SPP:</i> Própria / Terceirizada	MA	Montagem / Uso	2
4	<i>Projeto:</i> Projetista / Fabricante	MA	Montagem / Uso / Desmontagem	3
5	<i>Sistema construtivo:</i> alvenaria estrutural	ME	Montagem / Desmontagem	2
6	<i>Cenário de observação:</i> Ar livre /	ME	Montagem / Uso / Desmontagem	3
7	Dentro da edificação	ME	Montagem / Desmontagem	1
8	<i>Mao de obra que instala SPP:</i> Própria / Terceirizada <i>Projeto:</i> Projetista / Fabricante	ME	Montagem / Uso Desmontagem	2

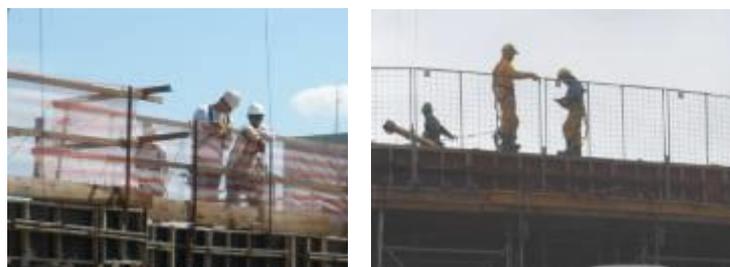
3 RESULTADOS

3.1 Segurança

A Figura 1 apresenta um exemplo de boa prática referente ao requisito "minimizar a queda de pessoas". Este requisito foi atendido por ambos SPP avaliados, que receberam nota 10 nesse aspecto (ver Tabela 4). Cabe ressaltar que este requisito depende dos requisitos 4 e 5 (resistir esforços solicitantes e estar rigidamente fixado a estrutura), os quais também foram atendidos.

Figura 1 – Exemplo de atendimento a requisitos de SPP.

À esquerda, SPP-MA. À direita, SPP-ME. As duas figuras apresentam trabalhadores apoiados no SPP, situação de uso frequente durante a etapa de concretagem.



Outra situação, refere-se a requisitos que não foram atendidos (nota 0), embora o projeto dos mesmos previsse o atendimento. Por exemplo, o requisito “minimizar a queda de materiais e ferramentas” recebeu nota 0 em ambos SPP avaliados (ver Tabela 4). No caso do SPP-MA, isto se deve a que foram identificados procedimentos inadequados no uso, como por exemplo, interferências provocadas por outras proteções coletivas como plataformas de proteção, a presença de escoras de vigas e lajes na periferia que muitas vezes dificultam a instalação do sistema, ou dimensionamento de componentes incompatíveis com a estrutura de fixação, como ilustra a Figura 2, onde os afastadores do montante são maiores que aqueles especificados no projeto. Tais problemas favoreceram a presença de vãos entre o rodapé e o piso de trabalho, permitindo então a queda de materiais e ferramentas. No caso do SPP-ME, este requisito não é atendido devido ao projeto do componente rodapé, o qual ao ter um formato de calha, acumula materiais e resíduos. Isto traz dificuldades no momento da movimentação da calha de um andar para outro, já que resulta uma tarefa pesada e demorada, por este motivo é rejeitada no uso. Deste modo, o projeto do componente calha para rodapé está em conflito com o objetivo de que o sistema metálico seja de rápida e fácil movimentação, característica especialmente necessária pela agilidade do sistema construtivo em alvenaria estrutural. Em relação às oportunidades de melhoria, três exemplos foram selecionados para ilustrar os ditos conflitos entre uso e projeto, conforme Figura 2.

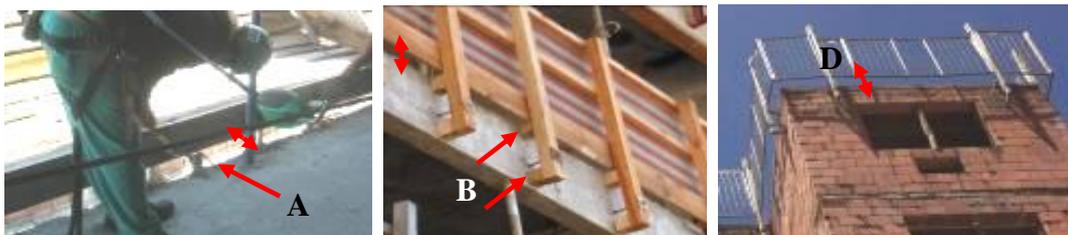
Tabela 4 – Matriz de avaliação: Segurança.

REQUISITOS	SEGURANÇA																
	SPP	1. O SPP minimiza riscos de quedas de materiais	2. O SPP minimiza riscos de quedas de pessoas	3. Deve ser constituído de anteparos rígidos.	4. Resiste aos esforços solicitantes previstos nas normas brasileiras	5. Está rigidamente fixado à estrutura de acordo com as indicações	6. Os materiais e peças dev em ser resistentes e duráveis	7. Não há vãos entre o rodapé e a superfície de trabalho	8. Existe tela entre os travessões superior, intermediário e rodapé.	9. SPP favorece que sua instalação e remoção sejam feitas com segurança	10. O travessão superior está a 1,20 m do piso de trabalho	11. O travessão intermediário está a 0,70 m (horizontal), ou 0,48 m (vertical)	12. O rodapé está a 0,20 m do piso de trabalho	13. SPP dificulta a remoção acidental de qualquer componente durante o uso	14. O SPP é estável em situações com ventos	15. A inclinação não dev e desviar-se da vertical mais de 15°, para fora ou dentro.	16. Os travessões e o rodapé são contínuos e sem imperfeições
MA Obra 1	0	10	10	10	10	10	0	10	3	10	10	3	7	10	10	7	10
ME Obra 2	0	10	10	10	7	10	0	10	10	10	7	0	10	10	10	10	10

Fonte: Elaboração própria (2013)

Figura 2 – Oportunidades de melhoria dos SPP.

(a) À esquerda no SPP-MA, o rodapé encontra-se acima do piso de trabalho devido à interferência do gancho de fixação da treliça da plataforma de proteção; (b) No meio, os afastadores do montante são maiores que aqueles especificados no projeto; (c) À direita no sistema metálico se visualiza a ausência no emprego das calhas de contenção indicadas pelo fabricante.



Outra situação refere-se ao atendimento parcial de um requisito. Por exemplo, o SPP-ME recebeu nota 7, no requisito que estabelece que “o SPP deve estar rigidamente fixado de acordo com as especificações do fabricante ou projetista” (ver tabela 4). Isto aconteceu, pois não foi respeitada a condição sugerida pelo fabricante, a qual indica que a fiada de blocos onde são fixados os montantes, pode ser reforçada com concreto ou similar. Deste modo, mesmo não executando o reforço sugerido, constatou-se que o SPP-ME apresenta um bom desempenho frente aos impactos exercidos em obra, funcionando adequadamente sem colocar em risco a vida dos trabalhadores (Figura 3).

Figura 3 – Atendimento parcial com impacto moderado no desempenho do SPP.



Por último, existem requisitos que foram parcialmente atendidos, com deficiências que geram alto impacto no desempenho do SPP. Por exemplo, o SPP-MA recebeu nota 3 no requisito “a instalação e remoção devem ser feitas com segurança” (ver Tabela 4). Nesse caso, a falta de segurança foi evidenciada, pois, na instalação e remoção do montante, os trabalhadores ficavam com parte do corpo exposto para fora da periferia. Outro fator que agrava ainda mais o risco de queda deve-se a ação do operário de agarrar-se nas escoras para não perder o equilíbrio, conforme Figura 4.

Figura 4 – Atendimento parcial com alto impacto no desempenho do SPP.



3.2 Eficiência

Neste item, é salientado o requisito “reduzir o esforço físico nas atividades de montagem e desmontagem dos SPP”. Assim, o SPP-MA obteve nota 0 neste requisito, visto que o cálculo de PMFC foi de 34% (acima do máximo), em comparação com o SPP-ME que obteve um PMFC de 18%, conforme Tabela 5. Tais dados correspondem à avaliação de dois trabalhadores, durante 30 minutos. Da mesma maneira, ao analisar a carga postural no SPP-MA, a postura de pé apoiado sobre os dois joelhos curvados ocorreu em 75% das observações, estando então na categoria de risco alto conforme o método OWAS (ver Figura 5). Dita postura contribui para a postura de costas curvadas que se encontra na categoria de risco 2 (risco médio) em 75% das observações. As posturas desfavoráveis de costas e joelhos devem-se à fixação de peça por peça mediante pregos.

Tabela 5 – Matriz de avaliação: Eficiência

REQUISITOS	EFICIÊNCIA										
	SPP	1. As conexões entre os componentes são fáceis e rápidas (não é necessário usar pregos e podem ser entalçados)	2. O SPP não cria dificuldades para as operações de carga/descarga de materiais pela periferia do pavimento	3. Os componentes podem ser reaproveitados na mesma obra e em obras futuras	4. A manutenção é simples, e as tarefas não exigem mão de obra especializada.	5. SPP possibilita boa produtividade nas tarefas de montagem, desmontagem e transporte.	6. Deve reduzir o esforço físico na execução montagem/desmontagem e transporte.	7. O SPP não tem interferências (ou seu projeto prevê soluções para lidar com elas), com outras proteções coletivas.	8. O SPP tem baixo custo ao longo do ciclo de vida (aquisição, instalação, manutenção e descarte).	9. SPP minimizou o N° de componente entre 3 a 4 unidades	10. Minimizar o peso por metro lineal
MA Obra 1	0	10	0	10	7	0	0	0	0	3	0
ME Obra 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	10

Fonte: Elaboração própria (2013).

Figura 5 – Posturas analisadas com WinOWAS. (Montagem SPP-MA).

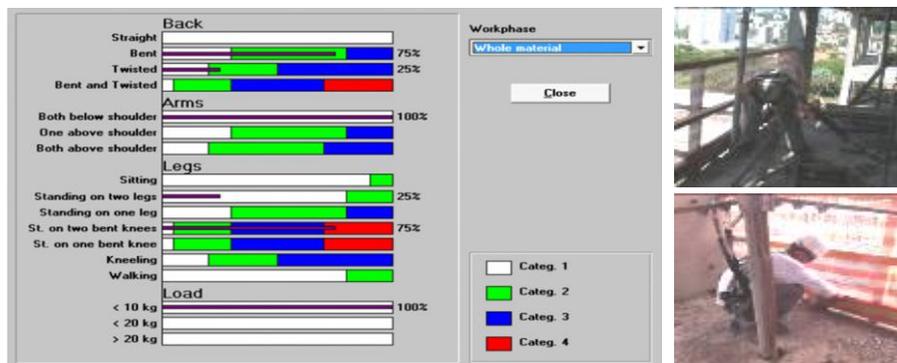
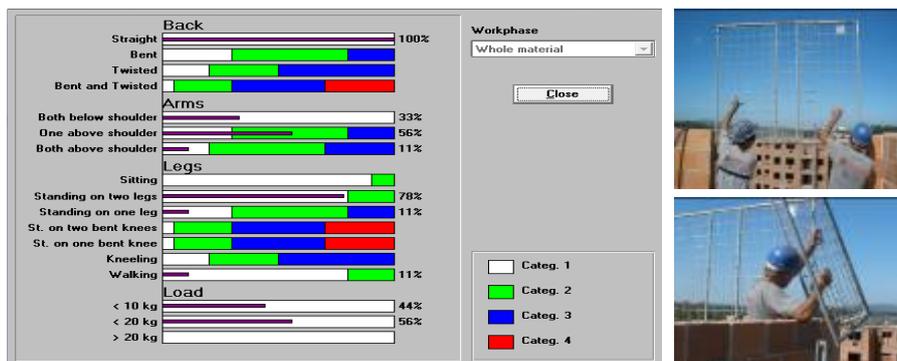


Figura 6 – Posturas analisadas com WinOWAS. (Montagem SPP-ME).



Já no SPP-ME, verificou-se que a postura mais crítica é aquela que implica manter um braço acima do ombro, o que ocorreu em 56% das observações. Esta postura encontra-se na categoria de risco 2 segundo o método OWAS, ela durou em média 3 segundos (Figura 6).

3.3 Flexibilidade

Verificou-se, que o SPP-ME tem um melhor comportamento a aspectos de flexibilidade, ao adaptar-se e ajustar-se a todas as etapas da obra e diferentes configurações geométricas. Isto se deve a que o projeto é concebido para atender ao formato específico de cada edificação atendendo cada particularidade e prevendo soluções para situações que gerem interferências. Outro aspecto importante para esta categoria são quadros

metálicos reguláveis em comprimento e articuláveis assim como os montantes são reguláveis em altura o que permite uma melhora adaptação a diferentes sistemas construtivos. No SPP-MA, o único aspecto de flexibilidade a salientar é a adaptação a diferentes configurações geométricas permitindo ajustar e moldar o sistema à medida frente a situações específicas ou inesperadas, decorrentes do canteiro de obra.

Tabela 6 – Matriz de avaliação: Flexibilidade

REQUISITOS	FLEXIBILIDADE					
	1. O SPP é fácil de manipular. O formato e dimensões não dificultam o manuseio e transporte do mesmo	2. Permite que as fialdas iniciais de alvenaria sejam executadas sem que ele precise ser retirado	3. Pode ser usado durante as etapas de mont. Das formas, concretagem e alvenaria.	4. Prevê soluções para que ele se ajuste às diferentes configurações geométricas	5. O SPP é adaptável a diferentes tecnologias construtivas	6. Possui módulos especiais, que possam eventualmente funcionar como portões.
MA Obra 1	7	0	3	10	0	0
ME Obra 2	10	10	10	10	7	10

Fonte: Elaboração própria (2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou um protocolo para avaliar o atendimento a requisitos de desempenho de SPP. Dentro das principais vantagens do SPP-MA podemos salientar: (a) baixo custo de aquisição em comparação com o SPP-ME; (b) fácil manipulação, do ponto de vista do material utilizado, por ser uma madeira branda e leve de trabalhar; (c) adaptação a diferentes configurações geométricas do ponto de vista da maleabilidade do sistema. Por outro lado as principais desvantagens do SPP-MA são: (a) quantidade e variedade de componentes soltos (10 unidades) em comparação com o SPP-ME; (b) na fixação dos componentes, pregar manualmente peça por peça, sem seguir um critério definido (quantidade e espaçamento dos pregos) faz com que, ao longo do tempo, se perda a rigidez das conexões, favorecendo a remoção acidental dos componentes; (c) baixo reaproveitamento; (d) alto custo ao longo do ciclo de vida (e) grande volume de perdas e resíduos gerados em comparação com o SPP-ME; (f) interferências e incompatibilidades com proteções, equipamentos e com a estrutura de fixação, devido que o projeto se limita a cenários específicos (periferia, taludes, forma) e não a edificação como um todo; (g) não se adapta a diferentes tecnologias construtivas. As principais vantagens do SPP-ME são: (a) materiais mais resistentes e duráveis em comparação com o SPP-MA; (b) baixo numero de componentes (4 componentes); (c) conexões rígidas e seguras entre os componentes mediante encaixe e travamentos incorporados ao sistema; (d) alto reaproveitamento; (e) baixo custo ao longo do ciclo de vida; (f) não existe volume de perdas e resíduos; (g) fácil de manipular por ser um sistema compacto com mecanismos incorporados; (h) pode ser usado em todas as etapas da obra; (i) se adapta as diferentes configurações geométricas já que é adequado e acertado previamente no projeto. A principal desvantagem do SPP-ME refere-se ao projeto do componente rodapé, pelo fato de ser concebido em forma de calha. Este componente é rejeitado pelos trabalhadores por acumular materiais e ser pesado para a movimentação, o que favorece a queda de materiais e ferramentas. Dentro das limitações deste estudo, considera-se que foram realizadas poucas aplicações do protocolo, pelo que se pretende seguir ampliando o estudo, a fim de validar o método

através de níveis melhor definidos. Até o momento nas reuniões realizadas se criou um grupo de trabalho com representantes das empresas e se discutiram os resultados das avaliações. Este artigo também indica sugestões para estudos futuros como: (a) atualização do protocolo de acordo com novos requisitos, considerando como um processo que evolui com o tempo; (b) identificar e testar as oportunidades de melhoria e possíveis soluções, que permita incentivar aos interessados a desenvolver inovações.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, N. **Aplicação da NR-18 na Paraíba sob a ótica dos operários, empresários, especialistas e da fiscalização.** XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, p. 6-9. 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Guia de análise: acidentes de trabalho.** 2010. Disponível em: <www.mte.gov.br/seg_sau/guia_analise_acidente.pdf>. Acesso em: 18/01/2014.
- CHEUNG, E. **Rapid demountable platform (RDP) - A device for preventing fall from height accidents.** Journal of Accident Analysis and Prevention 48 (2012) 235– 245. 2012.
- GARCÍA, M. D. L. N. G. **Consideraciones respecto a los sistemas provisionales de protección de borde.** Universidad politécnica de Madrid, p. 27. 2010.
- HILLIARD, J. H. **Support for Temporary Guard Railing - United States Patent.** 1996. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US5560588>>. Acesso em: 6 Maio 2014.
- HSE. Health and Safety Executive. **Selecting equipment for work at height,** 2012. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/falls/campaign/selectingequipment.pdf>>. Acesso em: 2 Maio 2014.
- KIVI, P. and MATILLA, M. **Analysis and improvement of work postures in the building industry: application on the the computerised OWAS method.** 1991.
- KODAK, E. **Ergonomic Design for People at Work,** vol. 2. John Wiley & Sons. 1986.
- LAN, A.; DAIGLE, R. **Development and validation of a method for evaluating temporary wooden guardrails built and installed on construction sites.** Safety Science, 47, 2009.
- LUKKA, K. **The constructive research approach.** In Ojala, L. & Hilmola, O-P. (eds.) **Case study research in logistics.** Publications of the Turku School, of Economics and Business Administration Series B1: 2003, p.83-101. 2003
- MARTINS, M. S. **Diretrizes para elaboração de medidas de prevenção contra quedas de altura em edificações.** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. **PPRA/PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social.** **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 220-238. 2004.
- NASCIMENTO, L. CARVALHO, R. F.; SILVA, R.; OLIVEIRA, V.; CÂMARA, G.; FERREIRA, E.; SAMPAIO, J. **Desenvolvimento de Sistema de Proteção Coletiva contra quedas para Indústria da Construção Civil.** Segurança e Trabalho Online, 2007. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/quedas-licia.pdf>>. Acesso em: 2 Maio 2014.
- OSTROW, P. **Temporary Guard Railing - United States Patent.** 2001. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US6220577>>. Acesso em: 6 Maio 2014.
- ROCHA, C. A. G. C. **Diagnostico do cumprimento da NR 18 no subsector edificações da construção civil e sugestões para melhorias.** 1999. 158f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- RODRIGUEZ, C. F. G. C. **Diagnóstico de sistemas de proteção coletiva em canteiros de obras na região de São Carlos.** 2013. 214f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2013.
- LANTELME, E; FORMOSO, C. T. **Contribuições Para Aperfeiçoamento da NR-18:** condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 140 p. Relatório de Pesquisa. 2000.