

Diagnóstico ergonômico da movimentação de andaimes suspensos mecânicos

Ergonomic diagnosis on the operation of suspended scaffolds

Tarciso Abreu Saurin
Fábio Rodrigues Andrade
Lia Buarque de Macedo Guimarães
Fernanda Nepomuceno Costa

Resumo

Embora o trabalho em andaimes suspensos seja normalmente associado a acidentes com lesões traumáticas, a operação desses equipamentos também pode ocasionar doenças ocupacionais causadas por esforço físico excessivo. Neste contexto, foi realizado um diagnóstico ergonômico da operação de andaimes suspensos mecânicos leves e pesados (as principais diferenças entre ambos se referem à quantidade de catracas e dimensões). O diagnóstico baseou-se em cinco critérios: percepções dos trabalhadores a respeito das condições de trabalho, avaliação da carga física postural, avaliação da carga fisiológica, estimativa da velocidade de movimentação dos andaimes e estimativa da repetitividade de movimentos na operação das catracas. Embora os trabalhadores tenham apontado preferência pelos andaimes leves, uma vez que estes podem ser movimentados até sete vezes mais rápido que os pesados, os resultados indicaram que a operação de ambos os tipos apresenta demanda física excessiva dos trabalhadores. Entre as causas dessa situação, podem ser destacadas falhas na concepção dos andaimes e a falta de consideração de requisitos ergonômicos nas exigências da NR-18.

Palavras-chave: Andaimes Suspensos. Ergonomia. Esforço Físico. Posturas. Segurança e Saúde no Trabalho.

Abstract

Although work on scaffolds is usually associated with traumatic type injuries, the operation of that equipment can also lead to overexertion injuries. In this context, an ergonomic diagnosis of the operation of two types of suspended scaffolds was conducted. They were referred to in this study as light scaffold and heavy scaffold – the difference lies in their dimensions and the number of gears. The assessment was based on five main criteria: workers' perceptions; body posture assessment; measures of heart rate elevations; estimative of scaffolds' speed; and the repetitiveness of movement in the operation of scaffolds' levers. Even though workers have pointed out that they prefer the light scaffold, because it moves up to seven times faster than the heavy scaffold, the results indicated that the operation of both types is physically too demanding. Failures in the scaffolds' design and the lack of attention directed towards ergonomics in regulations were regarded as relevant root causes for the poor working conditions detected in the types of scaffolds that were investigated.

Keywords: Suspended Scaffolds. Ergonomics. Work Physiology. Work Postures. Health and Safety.

Tarciso Abreu Saurin
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul
Praça Argentina, 9 - 2º andar
CEP 90040-020
Porto Alegre - RS - Brasil
Tel.: (51) 3316-3490
E-mail: saurin@ufrgs.br

Fábio Rodrigues Andrade
Núcleo Orientado para a Inovação da
Edificação
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul
Av. Osvaldo Aranha 99 - 3º andar
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP: 90035-190
E-mail: fandrade@ppgec.ufrgs.br

Lia Buarque de Macedo
Guimarães
Programa de Pós-Graduação
Faculdade de Engenharia de Produção
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul
E-mail: lia@producao.ufrgs.br

Fernanda Nepomuceno Costa
Núcleo Orientado para a Inovação da
Edificação
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul
E-mail: fcosta@ppgec.ufrgs.br

Recebido em 01/07/04
Aceito em 15/10/04

Introdução

Na indústria da construção, historicamente a gestão da segurança e saúde no trabalho tem tido como foco a prevenção de lesões traumáticas (por exemplo, quedas) em detrimento das doenças ocupacionais (por exemplo, lombalgias). Em parte, isso pode ser explicado pelo fato de que o custo financeiro das doenças ocupacionais é freqüentemente absorvido pelo Estado, uma vez que elas se desenvolvem ao longo de um grande período e se torna difícil identificar a origem do problema. Em particular, a alta rotatividade e o intenso uso da subcontratação dificultam que o trabalhador demonstre que um empregador anterior foi responsável por atos ou omissões que levaram aos problemas de saúde (GIBB; GYI; THOMPSON, 1999).

Contudo, tanto no Brasil quanto no exterior, diversos estudos indicam a alta incidência de doenças ocupacionais entre os trabalhadores da construção (COSTELLA, 1999; EVERETT, 1999; GIBB *et al.*, 1999). No Reino Unido, estima-se que em 1995 cerca de 134.000 operários da construção (de uma força de trabalho de 1,5 milhão) apresentaram lesões com origem em perigos ergonômicos, tais como doenças musculoesqueléticas, doenças respiratórias, doenças de pele e perda auditiva (HORNE *et al.*, 2003). Além disso, cabe notar que, pela própria natureza das atividades de construção, elas são problemáticas em termos ergonômicos. Por exemplo, a execução de pisos e forros requer, respectivamente, trabalho abaixo da altura dos joelhos e acima do nível dos ombros, o que, por definição, é ergonomicamente inadequado (SCHNEIDER; SUSI, 1996).

Apesar da pouca ênfase que a indústria dispensa ao assunto, os riscos à saúde na construção civil têm sido relativamente bastante estudados e são bem conhecidos, assim como suas respectivas medidas de controle. São disponíveis diversos estudos a respeito da avaliação ergonômica e proposição de ações preventivas em atividades típicas da construção civil (HERRICK, 2000; EVERETT, 1999; BERG, 1999; SCHNEIDER; SUSI, 1996). Contudo, há falta de estudos voltados a equipamentos e tecnologias cujo uso é mais disseminado em países em desenvolvimento, como é o caso dos andaimes suspensos mecânicos (jaús), largamente utilizados pelas construtoras brasileiras para serviços de revestimento, pintura e manutenção de fachadas. Em países desenvolvidos, esse tipo de andaime tem uso mais restrito, sendo adotado principalmente para trabalhos na fachada de edifícios de grande altura ou em situações onde não é técnica ou

economicamente viável construir um andaime apoiado no solo (andaimes fachadeiros) (INTERNATIONAL LABOUR OFFICE - ILO, 1995). Como reflexo do uso mais disseminado dos andaimes fachadeiros em outros países, na literatura internacional foram encontrados estudos relativos a avaliações biomecânicas da montagem e desmontagem dos mesmos (CUTLIP *et al.*, 2000; HSIAO; STANEVICH, 1996). Além disso, Fang *et al.* (2004) compararam o nível de nervosismo de trabalhadores em andaimes fachadeiros metálicos e de bambu em Hong Kong.

Entretanto, o trabalho em andaimes, de qualquer tipo, costuma ser associado aos perigos de queda. Por exemplo, Costella (1999) identificou que, entre as quedas com diferença de nível, as quedas a partir de andaimes (todos os tipos) foram a categoria de acidente grave mais freqüente (46,3% do total) no âmbito de cerca de 3.000 comunicações de acidentes do trabalho analisadas. Em parte, como reflexo dessa alta incidência de lesões traumáticas, a NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) (BRASIL, 2004) não trata diretamente dos riscos ergonômicos nas suas exigências relativas aos andaimes, enfatizando os riscos de colapso do equipamento, os riscos de queda de pessoas e materiais, e os riscos de contato com linhas elétricas (SAURIN; LANTELME; FORMOSO, 2000). Somado a isso o modo artesanal e, muitas vezes, improvisado com que os andaimes suspensos são normalmente construídos, além de que a grande maioria dos andaimes suspensos usados no Brasil é de movimentação manual, parece pertinente investigar em profundidade a adequação ergonômica desses equipamentos.

Método de pesquisa

A demanda pela realização do diagnóstico ergonômico partiu de uma construtora de grande porte de Porto Alegre (RS), atuante no segmento de construção de edificações residenciais e comerciais. Embora a empresa não tenha disponibilizado aos pesquisadores suas estatísticas de acidentes, o gerente do setor de segurança relatou que a demanda deveu-se à crescente incidência de afastamentos por esforço físico excessivo em pedreiros que executavam serviços de revestimento a partir de andaimes suspensos. Em decorrência disso, a fiscalização da Delegacia Regional do Trabalho (DRT) também vinha sendo intensificada nos canteiros da empresa. Em particular, foi relatado que os fiscais exigiam o cumprimento do item 18.15.43.2 da NR-18, o qual

determina que a plataforma de trabalho dos andaimes deve resistir, em qualquer ponto, a uma carga pontual de 200 kgf. De acordo com a gerência da construtora, esse critério levava ao superdimensionamento do andaime e conseqüente aumento de seu peso próprio. Contudo, este trabalho não teve como foco a análise da adequação dos critérios de cálculo estrutural dos andaimes propostos pela NR-18.

O diagnóstico ergonômico foi realizado com base nas seguintes fontes de evidências: (a) observação direta dos trabalhos de revestimento de paredes e operação dos andaimes; (b) levantamento das percepções dos trabalhadores acerca das condições de trabalho; (c) avaliação da carga física postural; (d) avaliação da carga fisiológica; (e) estimativa da velocidade de movimentação dos andaimes; e (f) estimativa da repetitividade de movimentos na operação das catracas. Cabe ressaltar que, embora o interesse primário da empresa fosse a avaliação da operação dos andaimes, em vez das tarefas de revestimento feitas a partir deles, o estudo também incluiu uma apreciação ergonômica dos trabalhos de revestimento, visto que eventuais problemas nesses trabalhos poderiam ser causas importantes dos afastamentos.

Observação direta dos trabalhos de revestimento de paredes e operação dos andaimes

Descrição dos andaimes analisados

A empresa não possuía procedimentos documentados que prescrevessem como os trabalhadores deveriam realizar as tarefas de revestimento de paredes e operação dos andaimes suspensos. Assim, a descrição apresentada neste item é baseada exclusivamente nas observações diretas realizadas pelos pesquisadores durante as visitas ao canteiro.

O estudo foi realizado nas obras de dois edifícios (E1 e E2), um de doze e outro de vinte pavimentos. Em ambas as obras, as atividades realizadas a partir dos andaimes suspensos consistiam do revestimento argamassado das fachadas (chapisco, emboço e reboco) e colocação de pastilhas cerâmicas, sendo todos os trabalhadores que realizavam essas atividades subcontratados.

Os andaimes observados nas duas obras foram classificados como dos tipos leve ou pesado, os quais podiam ser visualmente diferenciados por suas características dimensionais e construtivas notoriamente distintas. A NR-18, no seu glossário (item 18.39), diferencia os andaimes leves e pesados em função da carga que cada tipo deve suportar (300 kgf para os andaimes leves e 400 kgf/m² para os pesados).

No que diz respeito aos andaimes pesados, os únicos componentes alugados eram as catracas, sendo os demais materiais de propriedade da construtora. Esses andaimes eram montados no canteiro de obras por carpinteiros da construtora. Já o andaime leve era alugado totalmente montado junto ao mesmo fornecedor das catracas dos andaimes pesados.

Os andaimes do tipo pesado tinham largura de 1,50 m e comprimentos que variavam até 8,0 m, o máximo permitido pela NR-18. O número de catracas desses andaimes variava conforme seu comprimento, sendo a distância máxima entre elas de 2,0 m e o peso individual de cada uma cerca de 40 kg. Esse peso corresponde a um tambor para cabo de 90 m, não incluindo o peso do cabo (JAHU, 1998). O assoalho dos andaimes pesados era constituído por cinco tábuas de cedrinho, com 1 polegada de espessura e 30 cm de largura cada uma. Já os guarda-corpos, eram constituídos por sarrafos de madeira. A figura 1 ilustra a operação de um andaime pesado, podendo ser notado que o operador usa um dispositivo que prolonga a alavanca da catraca, com vistas a reduzir a força de empurrá-la e puxá-la.

Já os andaimes leves possuíam largura de 0,70 m e comprimento de cerca de 4,0 m, sendo os guarda-corpos em perfis metálicos. Considerando essas dimensões e cabos de aço de sustentação com 60 m, o peso do andaime leve é de 286,2 kg, conforme especificado no manual do fabricante (JAHU, 1998). A figura 2 ilustra a catraca do andaime leve (havia apenas duas catracas por andaime), em cuja operação os trabalhadores também adotam extensores, similarmente ao andaime pesado.

Como ilustração da diferença dimensional relativa entre os dois tipos de andaimes, a Figura 3 apresenta a vista frontal de um andaime pesado e de um leve, encontrando-se esse último (à esquerda na figura) em frente a uma parede cega. Nesse caso, tanto o abastecimento de material quanto o acesso ao andaime leve era realizado por meio do andaime pesado vizinho.



Figura 1 - Operação do andaime pesado



Figura 2 - catraca do andaime leve



Figura 3 - Vista frontal de um andaime leve (à esquerda) e de um pesado (à direita)

Descrição do trabalho realizado com os andaimes

Nas duas obras estudadas, a grande maioria dos andaimes em uso no período do estudo era do tipo pesado. Por exemplo, no edifício E1 havia vinte e cinco andaimes instalados, sendo quatro do tipo leve e os demais do tipo pesado. Em situações de trabalho normal, ou seja, realizando atividades de revestimento a partir do andaime, o tipo pesado era normalmente ocupado por duas pessoas, enquanto

o andaime leve por apenas uma. Entretanto, nos dois tipos, as operações de subida do andaime ao longo de toda a altura do prédio, realizadas em preparação ao início de uma nova etapa do revestimento, eram normalmente realizadas por apenas um funcionário.

No que diz respeito às tarefas de revestimento, os equipamentos e ferramentas básicas utilizados pelos trabalhadores eram caixas de argamassa (como a ilustrada na Figura 1 à esquerda), colher de pedreiro, régua de alumínio, um recipiente com água e uma brocha. A argamassa era entregue por pedreiros que operavam argamasseiras instaladas nos pavimentos onde os serviços de revestimento de fachada estavam sendo realizados.

Levantamento das percepções dos trabalhadores acerca das condições de trabalho

O levantamento das percepções dos trabalhadores é um subsídio importante para a compreensão do trabalho realizado. A técnica aplicada neste estudo foi a proposta por Fogliatto e Guimarães (1999), a qual objetiva a obtenção da declaração espontânea dos funcionários a respeito de seu trabalho, o que é a base para a aplicação de um posterior questionário. As entrevistas geram dados qualitativos, e os questionários, dados quantitativos, que se complementam.

Entrevistas

As entrevistas foram conduzidas apenas junto aos trabalhadores da obra do edifício E1, a qual, no início do estudo, era a que possuía o maior número de andaimes instalados. Assim, foram entrevistados dezesseis funcionários (de um total de vinte e um) que trabalhavam na atividade de revestimento da fachada. Os entrevistados foram divididos em dois grupos, um composto de dez, e o outro de seis pessoas, sendo a duração média das entrevistas de cerca de trinta minutos.

As entrevistas não envolveram qualquer tipo de indução aos trabalhadores, tendo sido eles apenas solicitados a falar sobre os aspectos positivos e negativos do trabalho, não se limitando aos problemas de seu posto. Os trabalhadores ainda foram solicitados a apresentar sugestões para a resolução dos problemas relatados. As entrevistas foram gravadas, e as respostas foram agrupadas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes foram consideradas como um mesmo item de demanda ergonômica (IDE).

Questionários

Com base no resultado das entrevistas, foi elaborado um questionário para que os trabalhadores priorizassem os IDE. A opinião dos sujeitos com relação a cada questão foi quantificada por meio de uma escala de avaliação contínua, a qual possui duas âncoras nas extremidades (por exemplo, insatisfeito e satisfeito) e uma âncora no centro (neutro). A escala tem 15 cm e ao longo dela o sujeito marca sua percepção sobre o item. A intensidade de cada resposta pode variar entre 0 e 15 (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999). O questionário completo possui vinte e nove questões, agrupadas de acordo com sua natureza em cinco constructos: ambiente, posto de trabalho, planejamento e projeto, cansaço e dor, e desconforto. Cabe salientar que os questionários não requereram o nome dos respondentes e foram submetidos a dezenove trabalhadores, incluindo os dezesseis entrevistados na etapa anterior.

A consistência interna dos questionários foi avaliada por meio do cálculo do alfa de Cronbach. Esse alfa é uma medida de compreensão da escala do questionário, indicando se os dados são minimamente confiáveis. Os valores de alfa de Cronbach maiores ou iguais a 0,55 indicam uma boa consistência interna. Em caso de valores inferiores a esse limite, pode-se: (a) refazer o questionário inteiro ou rever questões mal interpretadas; e (b) refazer a coleta de dados (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999). Uma vez que os dados sejam consistentes, parte-se para a análise de variância de um fator (ANOVA One Way), para verificar se existe diferença significativa entre as médias das questões. Essas médias foram comparadas pelo método de Tukey para verificar quais médias diferem. Considerou-se o nível de significância de 5%.

Avaliação da carga física postural

A avaliação das posturas assumidas durante o trabalho foi realizada com a ferramenta computacional WinOWAS® (KIVI; MATILLA, 1991). Essa ferramenta baseia-se no método OWAS (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977) que, com base nas posturas de trabalho e na força exercida durante uma ação específica, classifica o grau de risco da postura em quatro categorias:

(a) categoria 1: a postura é normal, não sendo exigida nenhuma medida corretiva;

(b) categoria 2: a carga fisiológica da postura é levemente prejudicial, sendo necessário adotar medidas para mudar a postura em um futuro próximo;

(c) categoria 3: a carga fisiológica da postura é prejudicial, sendo necessárias medidas para mudar a postura o mais rápido possível;

(d) categoria 4: a carga fisiológica da postura é extremamente prejudicial, sendo necessárias medidas imediatas para mudar as posturas.

O trabalho foi gravado em fita de vídeo, permitindo avaliações posturais a cada trinta segundos, conforme preconizado pelo método OWAS. Foram realizadas cem observações, com o registro das posturas das costas, braços, pernas e forças envolvidas nas atividades. A avaliação postural foi realizada em quatro situações: trabalho normal em andaime leve e pesado; subida e descida de andaime leve e pesado.

Avaliação da carga fisiológica por pulso de trabalho

A carga fisiológica foi avaliada indiretamente com base na frequência cardíaca (FC) registrada durante o trabalho por meio de monitores portáteis, marca Polar, modelo S610. Esse aparelho é composto de uma unidade transmissora, com eletrodos fixados junto ao tórax, abaixo dos músculos torácicos, por uma tira elástica ajustável. Os eletrodos detectam os sinais advindos do coração, que são, então, transmitidos a uma unidade receptora de pulso. Uma vez que o modelo de monitor de FC usado não possuía interface com o computador, foram realizadas leituras dos batimentos em intervalos de no máximo cinco minutos.

A Tabela 1 apresenta a caracterização básica dos funcionários avaliados. Após a colocação dos eletrodos nos funcionários, estes permaneceram cerca de quinze minutos sentados, para que então fosse medida a FC de repouso (pulso de repouso). A seguir, a FC de cada funcionário foi monitorada ao longo do trabalho, sendo feito também o registro das tarefas que cada um desempenhou. Todas as medições ocorreram no turno da manhã, entre 8h e 11h. Assim como ocorreu na avaliação postural, as avaliações da carga fisiológica de trabalho incluíram medições durante o trabalho normal em andaime leve e pesado, bem como medições específicas nas atividades de subida e descida dos andaimes.

Trabalhador	Atividade observada	Idade	Altura	Peso
1	Movimentando andaime leve 1	38 anos	1,78 m	70 kg
2*	Movimentando andaime leve 2	29 anos	1,72 m	90 kg
3	Movimentando andaime leve 3	53 anos	1,68 m	75 kg
4	Movimentando andaime leve 4	44 anos	1,70 m	70 kg
5	Movimentando andaime leve 5	18 anos	1,87 m	80 kg
6	Movimentando andaime leve 6 (duas pessoas no andaime)	34 anos	1,73 m	82 kg
7*	Movimentando andaime leve 7 (duas pessoas no andaime)	29 anos	1,72 m	90 kg
8	Trabalho normal em andaime leve	25 anos	1,70 m	65 kg
9	Movimentando andaime pesado 1 (uma pessoa no andaime)	49 anos	1,61 m	80 kg
10	Movimentando andaime pesado 2 (duas pessoas no andaime)	30 anos	1,75 m	88 kg
11	Movimentando andaime pesado 3 (duas pessoas no andaime)	28 anos	1,74 m	85 kg
12	Trabalho normal em andaime pesado	32 anos	1,70 m	76 kg

* Mesmo trabalhador, porém as medições foram realizadas em dias diferentes.

Tabela 1 - Caracterização básica dos trabalhadores submetidos ao registro de frequência cardíaca

Embora existam classificações de trabalho leve, médio ou pesado, baseadas em batimentos médios, picos de batimento ou consumo de oxigênio (ASTRAND; RODAHL, 1986), elas não foram utilizadas neste estudo, uma vez que os critérios citados são muito sensíveis a características individuais como idade, peso e estado geral de saúde. Tendo em vista minimizar o efeito das características individuais na análise dos dados de FC, o principal parâmetro de análise adotado foi o pulso de trabalho (PT), definido como a diferença entre a frequência cardíaca média durante o trabalho e a frequência cardíaca de repouso, em termos de número de batimentos por minuto. Embora a literatura não indique faixas de valores de PT classificadas como muito ou pouco desgastantes, Grandjean (1998) propõe 35 pulsos de trabalho como limite a ser usado como referência para os homens em situações de trabalho contínuo.

Além do pulso de trabalho, outro parâmetro adotado para avaliação do esforço físico foi o percentual máximo de frequência cardíaca (PMFC) utilizada para desempenhar a tarefa, o qual, em muitos tipos de trabalho, pode ser considerado como equivalente ao percentual da capacidade aeróbica máxima utilizada (RODGERS, 1986). Esse percentual é calculado pela seguinte fórmula (RODGERS, 1986):

$$PMFC = \frac{FC(\text{média durante o trabalho}) - FC(\text{repouso})}{FC(\text{máxima esperada}) - FC(\text{repouso})} \quad (1)$$

Onde:

PMFC: percentual máximo de frequência cardíaca; e

FC: frequência cardíaca

FC (máxima esperada): frequência cardíaca máxima esperada = 220 - idade.

De acordo com Rodgers (1986), pode-se considerar que 33% é o limite aceitável do percentual da máxima capacidade aeróbica utilizada.

Estimativa da velocidade de movimentação dos andaimes

Tendo em vista estimar a proporção relativa entre o tempo de exposição ao esforço físico de movimentação do andaime leve e o do pesado, foi realizado ensaio para medir a velocidade de movimentação de cada tipo, quando operados por uma e por duas pessoas. No caso do andaime leve, os trabalhadores foram solicitados a descer e subir o equipamento ao longo de dois pavimentos, correspondendo a uma distância de cerca de 10,0 m. No caso do andaime pesado, um modelo com seis catracas, a distância percorrida foi de apenas 1,6 m. Nessa situação, foi possível marcar os pontos de início e fim do percurso na parede e realizar a medição exata com trena. Em todas as medições o cronômetro foi zerado ao final do trecho de descida e reiniciado quando se começou a subida.

Estimativa da repetitividade de movimentos na operação das catracas

Com base nas filmagens realizadas para o estudo de posturas, também foi calculado o número de repetições de operação da catraca (ciclo empurrar e puxar) para cada tipo de andaime.

Resultados

Entrevistas

Os relatos dos trabalhadores nas entrevistas indicaram vinte e quatro IDE. A tabulação dos resultados é exemplificada no Quadro 1.

De modo geral, os IDE indicaram problemas dos seguintes tipos:

(a) esforço físico excessivo: ocorreu tanto durante as tarefas de execução do revestimento quanto de movimentação dos andaimes. Por exemplo, houve relatos de que nos dias em que o andaime é elevado desde os pavimentos inferiores até o topo do prédio para se iniciar uma nova etapa do revestimento, o trabalhador responsável encerra a jornada mais cedo (por volta do meio-dia), uma vez que o desgaste físico impede a execução de qualquer outra tarefa no mesmo dia;

(b) falhas na concepção dos andaimes: estes são muito pesados em decorrência de possível superdimensionamento. Por exemplo, os trabalhadores questionam o uso de tábuas de cedrinho como assoalho, os guarda-corpos com altura superior à exigida pela NR-18 (medida adotada pela empresa para minimizar quedas de materiais) e o espaçamento menor que 2,0 m entre as catracas. Além disso, houve reclamações quanto ao excesso de comprimento de cabo de aço nas catracas, o que resulta em aumento de peso dos andaimes. Esse problema tem origem no fato de que o fornecedor disponibiliza comprimentos padronizados, assim como no reaproveitamento dos cabos em prédios de alturas diferentes;

(c) falhas no planejamento e controle da segurança: são exemplos desse tipo de falha: o inadequado posicionamento dos cabos-guia para fixar cintos de segurança, dificultando os deslocamentos sobre o andaime; a existência de cabos-guia em atrito com as arestas da viga da platibanda. Em relação a falhas no projeto do produto, foi relatado que na fachada principal da edificação há dois volumes de parede cega com cerca de 65 cm de largura, que impediram a instalação de andaime (Figura 4). Desse modo, a execução do revestimento nestes volumes foi realizada por trabalhadores dos andaimes pesados imediatamente ao lado, os quais assumiam posições de trabalho inseguras para alcançar o local. Entretanto, mesmo em panos de fachada logo em frente aos andaimes, observou-se que era prática comum que os trabalhadores subissem nas catracas ou nos guarda-corpos para atingir a cota de trabalho, devido à dificuldade de movimentação dos andaimes; e

(d) problemas relacionados aos EPI, como, por exemplo, queimaduras na pele provocadas pelo uso de cinto de segurança em dias de sol intenso e a falta de fornecimento de luvas pelo empreiteiro

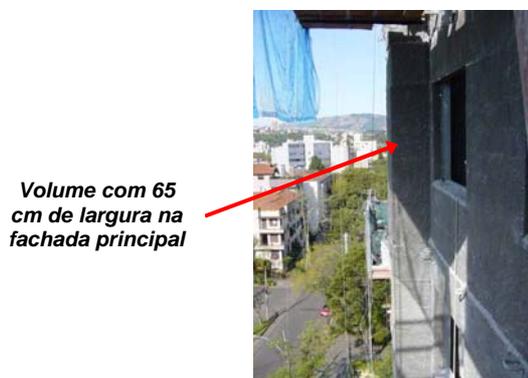


Figura 4 - Volume na fachada principal que impediu a instalação de andaimes

Questionários

Com exceção das respostas às questões do constructo ambiente, cujo valor do alfa de Cronbach foi de 0,31, as respostas nos demais constructos apresentaram valores de alfa satisfatórios: posto de trabalho (0,72); planejamento e projeto (0,55); cansaço (0,77); dor e desconforto (0,85).

A Figura 5 apresenta o nível de satisfação em relação ao constructo posto de trabalho. Nessa figura, assim como nas figuras 6, 7 e 8, mostradas a seguir neste item, os padrões de hachuras das barras identificam grupos de IDE dentro dos quais as médias não apresentaram diferença estatística significativa, ou seja, todos os itens com barras de mesmo padrão possuem igual satisfação, cansaço ou dor de acordo com as percepções dos trabalhadores.

Na Figura 5, nota-se que os problemas relacionados à concepção dos andaimes (peso dos andaimes pesados, comprimento excessivo de cabo na catraca e pequeno espaço entre as catracas) apresentaram níveis mais baixos de satisfação quando comparados aos problemas de execução da tarefa de revestimento (por exemplo, quantidade de ferramentas e equipamentos). Isso pode indicar que os problemas na concepção dos andaimes têm maior impacto no esforço físico necessário para realizar a tarefa.

A Figura 6 apresenta os resultados para o constructo planejamento e projeto, em que se salienta a insatisfação quanto ao prumo da estrutura, o que foi causa de maiores gastos de material e maior esforço físico para realização do revestimento.

Itens de demanda ergonômica (IDE)	Sugestões ou comentários
1. Estrutura fora de prumo, implicando gastos e desperdícios de material não previstos em contrato, baixa produtividade e maior esforço físico para fazer revestimentos mais espessos	Em vários locais as espessuras são de 6 cm, 7 cm ou 8 cm. O preço do serviço acertado em contrato ficou defasado, e a construtora não aceita reajuste. Em outros tempos a construtora pagava mais se o enchimento passava de 4 cm.
2. Muito esforço físico para movimentar os andaimes	Dores nos braços e nas costas. Há casos de funcionários afastados devido a dores nas costas nessa obra.
3. Andaimes são muito pesados	Quatro tábuas já seriam suficientes para compor o assoalho do andaime, em vez de cinco tábuas. Tábuas de cedrinho são muito pesadas, assim como os rodapés.

Quadro 1 - Ilustração das percepções dos trabalhadores acerca do trabalho em andaimes suspensos

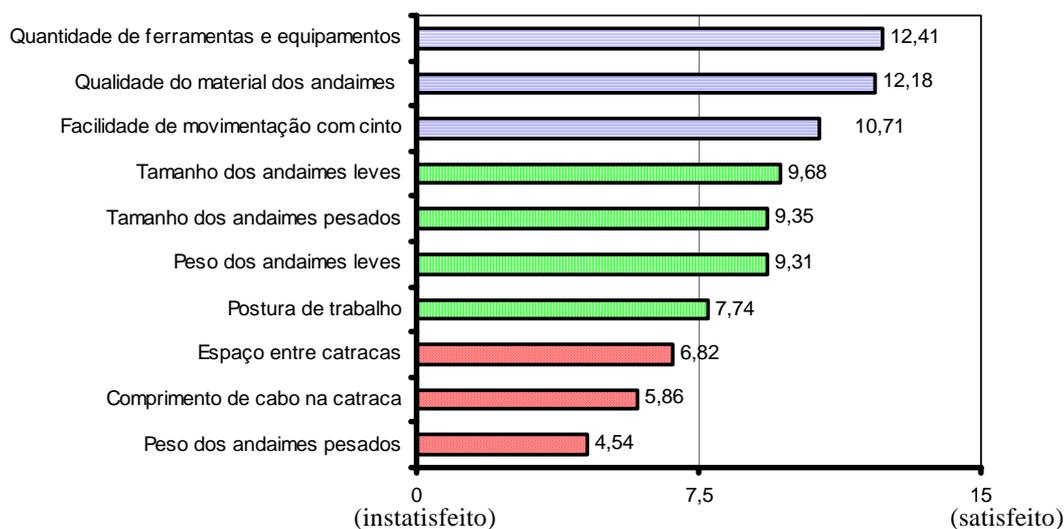


Figura 5 - Percepções relativas ao constructo posto de trabalho

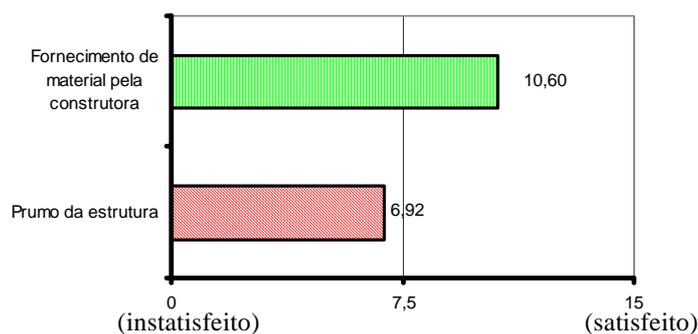


Figura 6 - Percepções relativas ao constructo planejamento e projeto

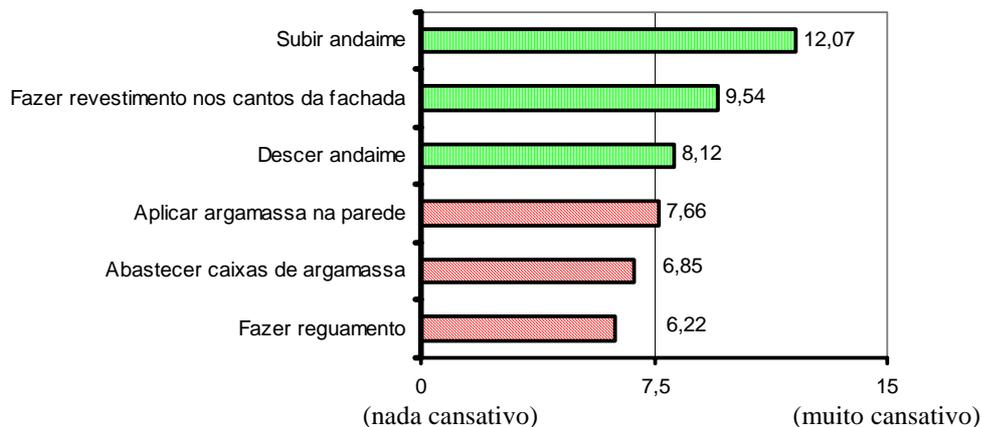


Figura 7 - Percepções relativas ao constructo grau de cansaço

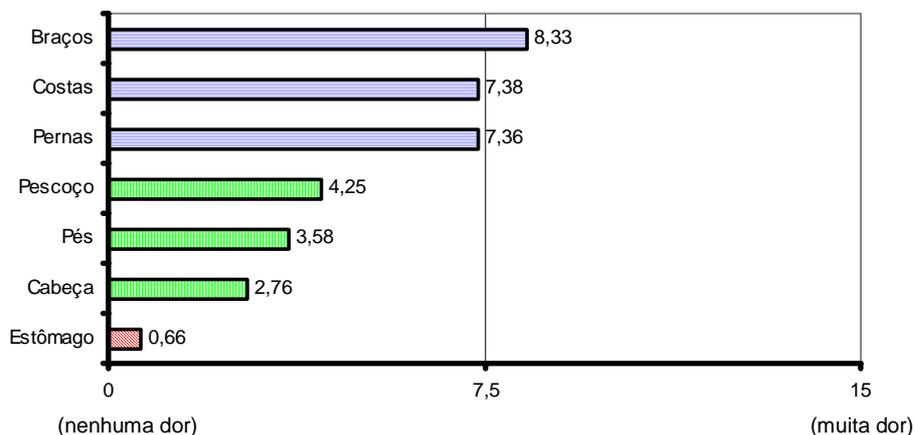


Figura 8 - Percepções relativas ao constructo dor e desconforto (0 = nenhuma dor, 15 = muita dor)

A Figura 7 apresenta os resultados para o constructo grau de cansaço. Novamente, nota-se que as deficiências na concepção dos andaimes, e não os problemas na execução da tarefa de revestimento, parecem ser as principais responsáveis pelos problemas ergonômicos.

A Figura 8 ilustra as percepções para o constructo dor e desconforto. Nota-se que os braços, costas e pernas são as partes do corpo mais doloridas, o que é coerente com a natureza das tarefas desempenhadas

Avaliação da carga física postural

A Figura 9 apresenta as posturas observadas durante a operação do andaime pesado. A análise dessa figura deve ter como foco as situações em

que as posturas se enquadram nas categorias de risco 2, 3 ou 4.

De acordo com a Figura 9, na operação do andaime pesado as posturas mais prejudiciais ocorreram com as costas e pernas. As costas estiveram curvadas em 54% das observações, e curvadas e torcidas em 13% das observações. De outra parte, o trabalhador esteve em pé apoiado sobre os dois joelhos curvados em 36% das observações e em pé apoiado sobre um joelho curvado em 16% das observações. Em todas essas situações, os percentuais excederam a normalidade, sendo classificados como categoria de risco 2 ou 3.

Na operação do andaime leve, novamente costas e pernas foram as partes mais solicitadas. As costas estiveram curvadas em 54% das observações, e

curvadas e torcidas em 9% das observações. O trabalhador ainda esteve em pé apoiado sobre os dois joelhos curvados em 34% das observações. Similarmente ao caso do andaime pesado, esses percentuais se enquadram nas categorias de risco 2 ou 3.

Considerando o trabalho normal de revestimento argamassado a partir do andaime pesado, as atividades que mais contribuíram para a incidência de posturas nas categorias 3 e 4 foram o manuseio da brocha (37% do total de posturas nas categorias 3 e 4), o transporte de argamassa (20%), a mistura da argamassa (17%) e a aplicação da argamassa na parede (13%). No que diz respeito ao trabalho normal de revestimento a partir do andaime leve, as atividades que mais contribuíram para as categorias 3 e 4 foram o transporte de argamassa (36%), a aplicação de argamassa na parede (27%), o manuseio da brocha (14%), a mistura da argamassa (9%) e o transporte de ferramentas (9%). Em grande parte, essas posturas deveram-se à colocação da caixa de argamassa e ferramentas ao nível do assoalho do andaime, o que obrigava o trabalhador a constantes flexões das costas.

Além disso, a observação direta da tarefa de revestimento da parede indicou duas peculiaridades não detectadas pelo método OWAS, mas que são prejudiciais do ponto de vista biomecânico: (a) os braços permanecem grande parte do tempo pouco abaixo do nível dos ombros em tarefas de manuseio de ferramentas e materiais; (b) os braços não estão apoiados sobre superfície rígida durante as operações de revestimento.

A Figura 10 apresenta a distribuição das posturas, considerando costas, braços, pernas e carga de trabalho conjuntamente. Considerando tanto a operação dos andaimes quanto a execução de trabalhos de revestimento, a maior incidência de posturas nas categorias 3 e 4 sempre ocorreu no andaime pesado. Isso pode ser decorrência da maior amplitude do movimento da catraca no andaime pesado, quando o trabalhador a gira em um ângulo de até 93° na subida, conforme medido no local pelos pesquisadores. Logo, as costas e as pernas são mais flexionadas na movimentação do andaime pesado em comparação à movimentação do andaime leve, no qual o ângulo de giro da catraca na subida foi de 65°.

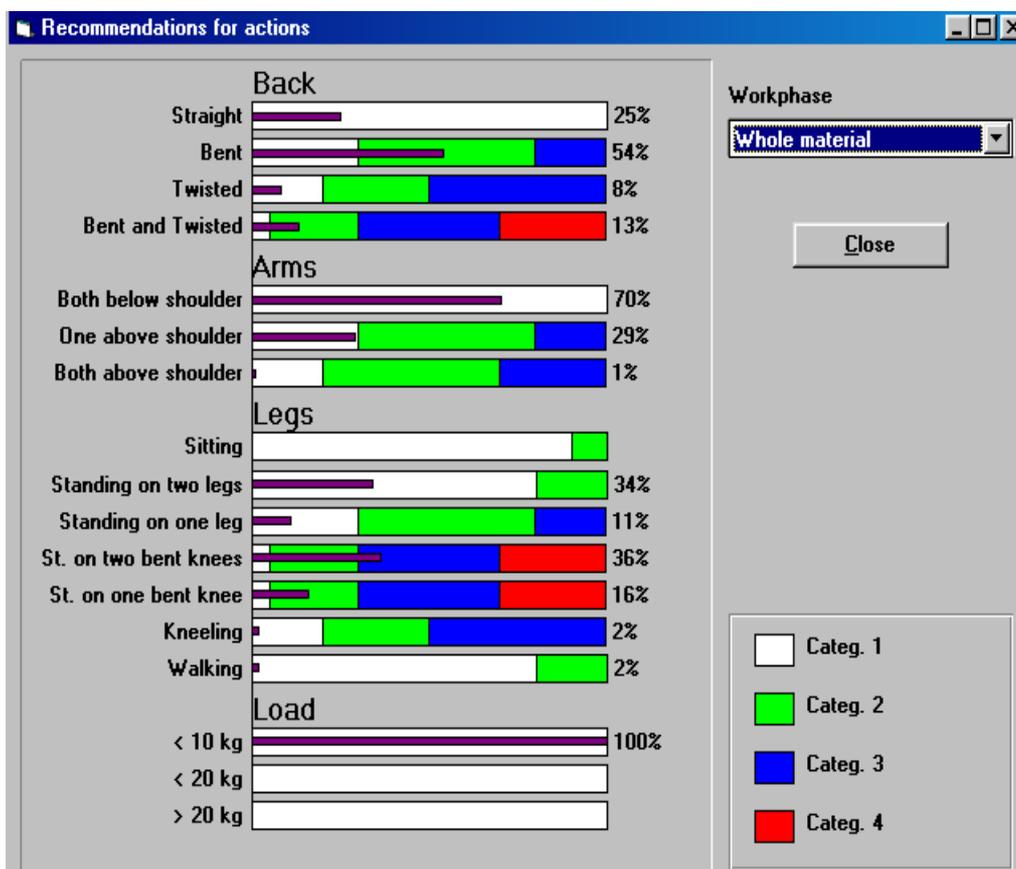


Figura 9 - Posturas registradas (ferramenta WinOWAS) durante a operação do andaime pesado

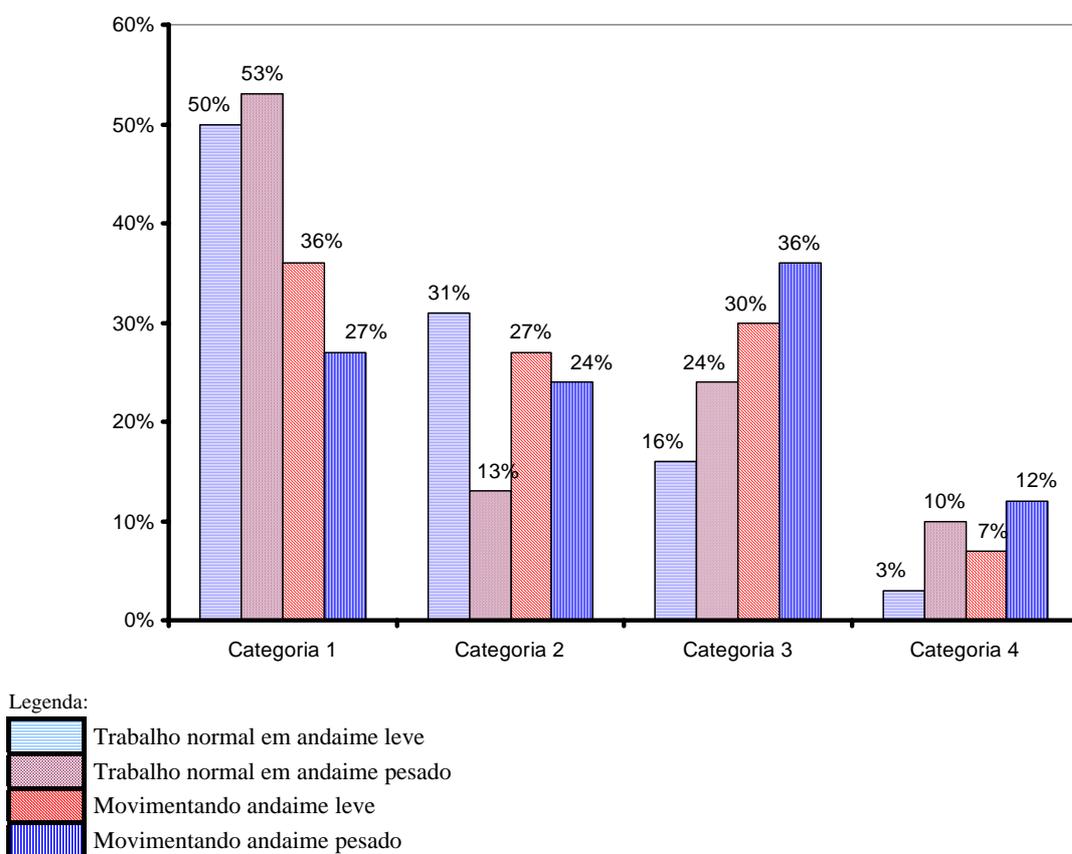


Figura 10 - Distribuição das posturas por categorias de risco de acordo com o método OWAS nas quatro situações de trabalho avaliadas

Avaliação da carga fisiológica por pulso de trabalho

De acordo com a Tabela 2, percebe-se que o PT esteve abaixo do limite de 35 apenas na operação do andaime leve 2 e no trabalho normal em andaime pesado. Similarmente, o percentual da máxima frequência cardíaca (PMFC) utilizada esteve abaixo do limite de 33% em apenas três situações: na operação do andaime leve 2, na operação do andaime pesado 2 e no trabalho normal em andaime pesado. Cabe salientar que, em ambos os tipos de andaimes, a operação simultânea por duas pessoas não implicou redução do esforço abaixo dos limites indicados na literatura.

Na Tabela 3 abaixo se pode perceber que, de acordo com os dois critérios de avaliação adotados, a operação do andaime leve implicou desgaste ligeiramente superior à operação do andaime pesado (15,5% a mais pelo critério do PT e 20,1% a mais pelo critério do PMFC).

A observação direta das tarefas indicou que na movimentação de ambos os tipos de andaimes o trabalho estático da musculatura é predominante,

principalmente das costas e pernas. O trabalho estático implica manutenção de determinada postura, sendo reconhecido como mais desgastante que o trabalho dinâmico (GRANDJEAN, 1998). Contudo, o trabalho estático pareceu ser ainda mais presente na operação da catraca do andaime leve, quando comparada à operação da catraca do andaime pesado. Essa conclusão baseia-se em dois fatos: (a) a amplitude de movimento da catraca é menor no andaime leve, conforme já mencionado; (b) a repetitividade de movimentos da catraca é maior no andaime leve (Tabela 4). De acordo com Silverstein, Fine e Armstrong (1987), atividades com tempo de ciclo inferior a trinta segundos, o que é o caso na operação de ambos os andaimes, podem ser consideradas como trabalho repetitivo. Em que pese o maior desgaste, os trabalhadores manifestaram informalmente preferir os andaimes leves, em função de sua maior velocidade. Como pode ser concluído a partir dos dados da Tabela 5, quando uma pessoa está operando o andaime, o leve foi cerca de cinco vezes mais rápido que o pesado, tanto na subida quanto na descida. No caso de dois operadores, o leve foi seis vezes mais rápido na descida e sete vezes mais rápido na

subida. A maior velocidade do andaime leve pode ser atribuída, principalmente, ao menor número de catracas envolvidas na movimentação (no caso das medições, eram duas catracas no leve e seis no pesado). Vale ainda observar que, em todas as medições, a velocidade de subida foi maior que a velocidade de descida, uma vez que nessa última o funcionário despende tempo e esforço extras para

realizar manualmente a frenagem do equipamento, o que acontece automaticamente durante a subida.

Assim, fica claro que na operação do andaime leve, embora tenha sido verificado um desgaste físico um pouco maior, o tempo de exposição ao trabalho extenuante é reduzido em proporção mais significativa, variando de cinco a sete vezes.

	Idade	FC máxima esperada	FC repouso	FC média	PT	PMFC
Movimentando leve 1	38	182	89	160	71	76,3%
Movimentando leve 2*	29	191	76	104	28	24,3%
Movimentando leve 3	53	167	87	124	37	46,3%
Movimentando leve 4	44	176	77	146	69	69,7%
Movimentando leve 5	18	202	74	138	64	50,0%
Movimentando leve 6 (duas pessoas)	34	186	79	135	56	52,3%
Movimentando leve 7* (duas pessoas)	29	191	85	121	36	34,0%
Trabalho normal leve	25	195	89	124	35	34,9%
Movimentando pesado 1 (uma pessoa)	49	171	89	136	47	57,3%
Movimentando pesado 2 (duas pessoas)	30	190	64	103	39	30,9%
Movimentando pesado 3 (duas pessoas)	28	192	64	113	49	38,3%
Trabalho normal pesado	32	188	73	105	32	28,7%

* Mesmo trabalhador.

Tabela 2 - Resultados da avaliação de esforço físico com base na frequência cardíaca

	PT médio	PMFC médio
Movimentando andaime leve	52	50,7%
Movimentando andaime pesado	45	42,2%

Tabela 3 - Comparação das avaliações de esforço físico entre os andaimes leves e pesados

	Ciclos por minuto (andaime leve)	Ciclos por minuto (andaime pesado)
Subida	51	19
Descida	62	23

Tabela 4 - Número de ciclos (puxar e empurrar) por minuto na operação das catracas dos andaimes

Situação	Velocidade (m/min)
Uma pessoa descendo andaime leve	0,91
Uma pessoa subindo andaime leve	1,12
Uma pessoa descendo andaime pesado	0,17
Uma pessoa subindo andaime pesado	0,20
Duas pessoas descendo andaime leve	1,77
Duas pessoas subindo andaime leve	2,24
Duas pessoas descendo andaime pesado	0,27
Duas pessoas subindo andaime pesado	0,30

Tabela 5 - Resultados da medição de velocidade do andaime leve e do pesado

Diretrizes para melhoria das condições de trabalho em andaimes suspensos mecânicos

Embora os andaimes suspensos elétricos venham gradualmente se tornando mais populares no Brasil, eles normalmente têm sido utilizados apenas em empreendimentos de maior porte. Assim, considerando horizontes de curto e médio prazos, é provável que os andaimes suspensos mecânicos ainda continuem predominando nos canteiros de obras brasileiros. Entretanto, como indicado pelos resultados deste estudo, é necessário que sejam adotadas medidas de controle para minimizar as condições precárias de trabalho nos andaimes suspensos mecânicos. Nesse sentido, são propostas diretrizes para a melhoria dessas condições de trabalho.

(a) Concepção do posto de trabalho: o peso próprio dos andaimes, em particular do tipo pesado, poderia ser reduzido por meio do uso de chapas ou telas metálicas para confecção de assoalhos e guarda-corpos, como ocorria com os andaimes leves das obras estudadas. O peso dos andaimes (ambos os tipos) também poderia ser reduzido por meio do uso de cabos de aço de comprimento aproximadamente igual ao da altura do prédio. Uma vez que esses cabos possuem peso significativo (0,48 kg por metro de cabo, conforme JAHU, 1998), sua redução facilita a movimentação do andaime. Embora o fabricante forneça cabos em comprimentos padronizados (30 m, 45 m, 60 m e 90 m para andaimes pesados), poderia ser buscada junto a ele a ampliação do número de padrões oferecidos ou a oferta customizada em função da altura do prédio.

Além disso, o reprojeção da catraca de movimentação parece ser necessário para ambos os tipos de andaime, de tal modo que sejam facilitados o uso simultâneo dos dois braços e a movimentação com as costas eretas ou levemente flexionadas. Nesse sentido, é necessário reavaliar a

altura das catracas, tendo em vista reduzir as frequentes curvaturas e torções das costas para sua operação (ver item 3.3). Outra medida que pode contribuir para a melhoria das posturas é o uso de suportes para as caixas de argamassa, os quais evitam que o trabalhador tenha de curvar as costas constantemente para misturar argamassa e retirá-la do recipiente. Esse suporte ainda deve prever espaço para colocação de ferramentas, também com vistas a evitar que o trabalhador curve as costas desnecessariamente para seu manuseio. Entretanto, para que tal suporte permaneça estável sobre o andaime, é essencial o uso de mecanismo para fixação do andaime na posição de trabalho, conforme exigido pela NR-18. O cumprimento do requisito da NR-18 que determina o uso de capas plásticas de proteção nas catracas é outra medida que pode contribuir para a redução do esforço físico na operação dos andaimes. Essas capas visam a evitar o acúmulo de restos de argamassa sobre as catracas, e seu uso ocorria apenas em algumas poucas catracas nas obras estudadas.

Ainda poderia ser considerado o desenvolvimento de cobertura para proteção contra o sol sobre os andaimes, desde que isso não implique acréscimo significativo de peso ao equipamento. Em particular, essa proteção seria útil no período de verão, contribuindo para redução do desgaste físico e irritações na pele devido ao uso do cinto de segurança. Não havendo tal cobertura de proteção, sugere-se a inclusão de protetor solar entre os EPI básicos para o trabalho em andaimes suspensos;

(b) Organização do trabalho: quando for necessário elevar os andaimes ao longo de toda a altura do prédio em preparação a uma nova etapa do revestimento, sugere-se que no mínimo dois trabalhadores realizem sua movimentação, podendo ainda haver revezamento de equipes nesta tarefa. Essa medida visa a minimizar o tempo de exposição ao esforço físico intenso, uma vez que com dois operadores a velocidade de movimentação aumenta substancialmente (ver item “Avaliação da carga fisiológica por pulso de

trabalho”). Cabe ainda o planejamento de esperas para fixação dos cabos-guia de cintos de segurança ao longo de todo o perímetro da cobertura, o que tende a facilitar os deslocamentos dos trabalhadores sobre os andaimes; e

(c) Desenvolvimento de produto: o projeto arquitetônico deve levar em conta o posicionamento dos andaimes para revestimento de paredes externas. Em particular, devem ser consideradas as seguintes exigências da NR-18: limite máximo de 8,0 m de comprimento para os andaimes e proibição de trechos de andaime em balanço.

Conclusões

Esse trabalho apresentou um diagnóstico ergonômico da movimentação de andaimes suspensos mecânicos leves e pesados, demandado por uma grande construtora, na qual vinham ocorrendo freqüentes casos de trabalhadores afastados por esforço excessivo na operação desses equipamentos.

De um lado, a operação do andaime leve, comparativamente ao andaime pesado, apresentou resultados melhores nos critérios de carga física postural e velocidade de movimentação. De outro lado, a operação do andaime pesado apresentou resultados melhores segundo os critérios da carga fisiológica e da repetitividade de movimentos das catracas. A menor repetitividade de movimentos na operação do andaime pesado, associada ao maior ângulo de giro da catraca, implica que neste tipo de andaime a parcela de trabalho dinâmico é maior do que na operação do andaime leve. Uma vez que, quanto maior a parcela de trabalho dinâmico, menor a fadiga (GRANDJEAN, 1998), explica-se o desempenho ligeiramente superior do andaime pesado no critério da carga fisiológica. Apesar disso, as medições de velocidade dos andaimes indicaram que o tipo leve pode ser de cinco a sete vezes mais rápido que o pesado, o que explica a preferência dos trabalhadores pelo primeiro.

Considerando todos os dados levantados, pode-se afirmar que a operação de ambos os tipos de andaimes apresenta condições inadequadas de trabalho, em termos posturais, de esforço físico, repetitividade ou insatisfação dos trabalhadores. Essa conclusão causou surpresa à direção da empresa, a qual esperava que este estudo indicasse que os andaimes leves apresentavam boas condições de trabalho, de forma a adotá-los em substituição aos andaimes pesados em todas as suas obras.

Vale lembrar que a operação dos andaimes, embora ocasionalmente seja realizada ao longo de vários pavimentos em um mesmo dia de trabalho, constitui parte da rotina diária das tarefas de revestimento de paredes. Mesmo que a carga fisiológica das tarefas de revestimento tenha sido avaliada em apenas dois funcionários, os dados levantados também indicaram níveis de desgaste elevados. A observação direta das tarefas assim como os relatos dos funcionários ainda apontaram diversas práticas de trabalho inseguras no serviço de revestimento, tais como subir nas catracas ou curvar-se sobre o guarda-corpo para atingir a cota de trabalho. A sistemática integração dos requisitos de segurança no trabalho aos processos de desenvolvimento de produto e planejamento da produção constitui uma boa alternativa para a eliminação ou redução dos perigos mencionados nas suas fontes.

Entre as sugestões para trabalhos futuros, propõe-se complementar a avaliação realizada neste estudo por meio de dois procedimentos: (a) medição das forças de empurrar e puxar envolvidas na operação das catracas, tendo em vista comparar essas forças com a força máxima passível de ser exercida pelos operadores; e (b) medição do nível de nervosismo dos operadores em cada tipo de andaime, uma vez que esse dado pode refletir o risco de acidente percebido pelo trabalhador. Além disso, o método apresentado neste trabalho pode ser aplicado na avaliação de outros modelos de andaimes disponíveis no mercado, incluindo os elétricos. Outra oportunidade para estudos futuros diz respeito à revisão das exigências da NR-18 relativas à concepção e dimensionamento da estrutura dos andaimes suspensos, tendo como foco a redução do desgaste físico dos trabalhadores que operam esses equipamentos. Por exemplo, cabe o desenvolvimento de exigências específicas para o projeto ergonômico das catracas, cuja operação deve primar pela ampliação da parcela de trabalho dinâmico e manutenção de posturas confortáveis. A revisão das exigências da NR-18 deveria ainda considerar a possibilidade de restringir o uso de andaimes suspensos mecânicos para tarefas de curta duração, de modo a induzir a disseminação mais rápida dos andaimes elétricos nas obras brasileiras.

Referências bibliográficas

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Textbook of work physiology, physiological bases of exercise**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

- BERG, U. Improvement of working conditions in the masonry sector. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH AND SAFETY ON CONSTRUCTION SITES, 2., 1999, Hawaii. **Proceedings...** Rotterdam: A. A. Balkema, 1999. p. 209-212.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** 1995 Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2004.
- COSTELLA, M. **Análise dos acidentes do trabalho e doenças profissionais ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- CUTLIP, R.; HSIAO, H.; GARCIA, R.; BECKER, E.; MAYEUX, B. A comparison of different postures for scaffold end-frame disassembly. **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 507-513, 2000.
- EVERETT, J. **Ergonomic analysis of construction tasks for risk factors for overexertion injuries.** Ann Arbor: University of Michigan, 1999.
- FANG, D.; WU, S.; WONG, F.; SHEN, Q. A comparative study on safety and use of bamboo and metal scaffolding in Hong Kong. In: ROWLINSON, S. (Ed.). **Construction Safety Management Systems.** London: Spon Press, 2004. p. 373-385.
- FOGLIATTO, F.; GUIMARÃES, L. Design macroergonômico: uma proposta metodológica para projeto de produto. **Produto e Produção**, v. 3, n. 3, p. 1-15, 1999.
- GIBB, A; GYI, D.; THOMPSON, T. **The ECI guide to managing health in construction.** London: Thomas Telford, 1999. 170 p.
- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- HERRICK, R. Overview of health hazards in construction. In: COBLE, R.; HINZE, J.; HAUPT, T. (Eds.). **The management of construction safety and health.** Rotterdam: A. A. Balkema/Brookfield, 2000. p. 97-122.
- HORNE, K.; GIBB, A.; PAVITT, T.; HASLAM, R. D⁴h – Influences on designing for health. In: CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT SYSTEMS: the challenge of integration (CIBW99 Conference). **Proceedings...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.
- HSIAO, H.; STANEVICH, R. Biomechanical evaluation of scaffolding tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 18, p. 407-415, 1996.
- ILO (INTERNATIONAL LABOUR OFFICE). **Safety, health and welfare on construction sites: a training manual.** Geneva: ILO, 1995.
- JAHU. **Manual técnico de montagem de andaimes leves e pesados.** Rio de Janeiro: Jahu Indústria e Comércio, 1998. v. 1-2.
- KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. **Applied Ergonomics**, v. 8, n. 4, p. 199-201, 1977.
- KIVI, P.; MATILLA, M. Analysis and improvement of work postures in the building industry: application on the computerized OWAS method. **Applied Ergonomics**, v. 22, n. 1, p. 43-48, 1991.
- RODGERS, S. **Ergonomic design for people at work.** New York: John Wiley & Sons, 1986. v. 2.
- SAURIN, T. A.; LANTELME, E.; FORMOSO, C. T. **Contribuições para aperfeiçoamento da NR-18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.** Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, 140 p. (Relatório de Pesquisa).
- SCHNEIDER, S.; SUSI, P. Ergonomics and construction: a review of potential hazards in new construction. In: COBLE, R.; ISSA, R.; ELLIOTT, B. (Eds.). **Safety and health on construction sites.** Gainesville: CIB Publication 187 (Working Commission 99), 1996. p. 187-215.
- SILVERSTEIN, B. A.; FINE, L. J.; ARMSTRONG, T. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 11, p. 343-358, 1987.