

Doi: 10.5212/Publ.Exatas.v.15i2.129138

## **AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO TRANSPORTE E MANUSEIO DE FÔRMAS DE ALUMÍNIO UTILIZADAS PARA MOLDAGEM DE PAREDES DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **ERGONOMIC EVALUATION OF TRANSPORTATION AND HANDLING OF ALUMINUM MOLDS USED TO BUILD CONCRETE WALLS IN CIVIL CONSTRUCTION**

**Adriano Schibinski Prestes<sup>1</sup>; Fernando Partica da Silva<sup>2</sup>; José Adelino Krüger<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Civil - Engenheiro de Segurança do Trabalho -  
E-mail: [adriano\\_prestes@hotmail.com](mailto:adriano_prestes@hotmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo - Engenheiro de Segurança do Trabalho -  
E-mail: [fernando\\_partica@hotmail.com](mailto:fernando_partica@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa - Dept. de Engenharia Civil -  
E-mail: [jakruger@uepg.br](mailto:jakruger@uepg.br)

#### **RESUMO**

A atividade da construção civil no Brasil, para se manter competitiva no mercado, busca constantemente a adoção de novas tecnologias e métodos construtivos, o que acarreta o surgimento de novos riscos aos trabalhadores, sendo necessários estudos para a solução dos mesmos. O emprego do sistema construtivo utilizando fôrmas metálicas torna-se uma ferramenta importante para empresas que buscam maximizar recursos, mão de obra e insumos para a construção. A pesquisa relatada no presente artigo foi realizada em um canteiro de obras na cidade de Ponta Grossa, PR, com o objetivo de se efetuar a análise ergonômica do sistema construtivo que utiliza fôrmas metálicas. O método OWAS foi a ferramenta ergonômica adotada para a coleta dos dados, verificando-se que as atividades mais prejudiciais realizadas pelos trabalhadores foram as de levantamento, manuseio e abaixamento das peças. Os resultados extraídos desta pesquisa podem servir como recomendações e sugestões para futuros estudos que visem à melhoria e ao bem-estar do trabalhador em atividades semelhantes.

Palavras-chave: Construção civil. Fôrmas metálicas. Análise ergonômica. Método OWAS.

#### **ABSTRACT**

In order to remain competitive, the civil construction industry in Brazil constantly seeks for new technologies and construction methods. These new technologies represent new risks to workers, therefore they should be studied to identify and avoid dangerous situations. The construction system using metallic

molds are important to firms which are looking for resource maximization, including labor and materials. This study was developed in a construction site in Ponta Grossa, Paraná, Brazil. The study focused on the ergonomic analysis of the metallic mold used in constructions. The OWAS method was used as the ergonomic tool to collect data. The most harmful activities for workers were raising, handling and lowering metallic molds. The results of this research may be used as recommendations and suggestions for future studies, aiming at the improvement of work conditions and the welfare of workers in similar activities.

Keywords: Civil construction. Metallic molds. Ergonomic analysis. OWAS method.

## 1. Introdução

A construção civil é um ramo de atividade que emprega grande contingente de mão de obra, principalmente a semiqualficada. Trata-se de um setor que envolve tarefas árduas e complexas e no qual o índice de acidentes é relativamente alto, devido à grande variedade de tarefas executadas pelos trabalhadores, que apresentam pouco ou nenhum treinamento prévio para a realização das mesmas (IIDA, 1992).

Segundo Krüger (2002), a construção civil no Brasil tem como característica a forma artesanal de atividades, principalmente com o uso de ferramentas manuais. O processo construtivo desta atividade apresenta alguns aspectos interessantes e peculiares, que o diferenciam dos demais processos industriais. Na construção civil há dificuldade de padronização dos procedimentos, levando à constatação de nem sempre ser possível esperar o mesmo resultado anterior durante o andamento de um processo.

Oliveira (1993), apud Krüger (2002), ressalta que há necessidade de se buscar novas tecnologias para baratear as habitações, bem como para construí-las de forma mais rápida e com maior qualidade.

Para minimizar essa falta de padronização, sem esquecer a rentabilidade, muitas empresas vêm buscando diferentes técnicas de construção, realizando diferentes atividades e utilizando novos materiais, exigindo novas formas de execução no canteiro de obras e conseqüentemente criando novos riscos para o trabalhador.

Dentre os vários sistemas construtivos empregados atualmente na execução de habitações de interesse social no Brasil, destaca-se o sistema construtivo que utiliza fôrmas, caracterizado pelo fato de que os painéis monolíticos de concreto armado são moldados *in loco*. Esse sistema é adotado no Brasil

desde os anos de 1980 e pode ser aplicado tanto em edificações térreas como de múltiplos pavimentos (IPT, 1998).

Nesse sistema construtivo, as vedações das edificações possuem função estrutural e são executadas no local de utilização empregando o concreto armado. Na execução das vedações usa-se fôrma dupla (madeira, metálica ou mista), na conformação desejada dos painéis, com as esquadrias e parte do sistema elétrico e hidráulico (tubulações, quadros, registros e caixas de passagem) já posicionados no local de utilização no interior da fôrma. Esse sistema apresenta alta produtividade, baixo índice de perdas, rapidez na execução, economia no uso de revestimentos, ou mesmo a eliminação do revestimento, de regularização e diminuição da mão de obra (LORDSLEEM JUNIOR, 1998).

A partir dos princípios da Ergonomia, a pesquisa que se relata no presente artigo teve como objetivo analisar as posturas adotadas pelos trabalhadores durante suas atividades diárias no processo de construção de casas *in loco*, sendo que para o desenvolvimento da mesma optou-se pelo emprego do sistema OWAS.

## 2. Revisão da literatura

### 2.1 Sistema construtivo utilizando fôrmas metálicas

Usar fôrmas moduladas para construção de casas é uma tecnologia que provém da Europa devastada, após a Primeira Guerra Mundial. Foi com essa tecnologia que países como a Alemanha conseguiram se reestruturar, num período de quinze anos, de um déficit habitacional de cinco milhões de casas. Esse

modelo chegou ao Brasil na década de 1960, quando o governo decidiu investir em fábricas de peças modulares para a construção de casas populares, e funcionou até meados de 1986, quando o Banco Nacional da Habitação (BNH) fechou as portas. Então, algumas construtoras brasileiras acumularam patrimônios milionários com a adoção desse bem sucedido sistema, fato que explica por que mais de 25 empresas atualmente possuem capital na Bolsa para acumular recursos para seus projetos milionários de expansão de mercado (REVISTA VEJA, 2008).

Entre as vantagens apontadas no método de construção de casas utilizando fôrmas estão: a rapidez na execução, a utilização de pouca mão de obra, o menor desperdício, uma vez que cada espaço é construído no tamanho certo, e a grande redução de entulho, que ocorreria se houvesse paredes quebradas para embutimento de instalações. A tecnologia mostra que os benefícios são ainda maiores quando os imóveis são produzidos em larga escala, como nos condomínios horizontais.

Os moldes das casas podem ser feitos de duas maneiras: pelo sistema de fôrmas de alumínio ou com

fôrmas de PVC. Empresas especializadas alugam ou vendem o material de acordo com a necessidade do cliente. O custo compensa em construções acima de cem unidades. Atualmente são produzidos três tamanhos padrões de fôrmas, sendo possível confeccioná-las de acordo com a necessidade de cada cliente (REVISTA VEJA, 2008).

O processo tem como principal objetivo a redução do tempo de construção porque, após a instalação dos moldes, é necessária apenas a injeção do concreto pastoso por meio de tubos de mangueiras para o preenchimento da fôrma já na posição desejada.

### 2.1.1 Descrição do sistema construtivo

O sistema construtivo utilizando fôrmas é dividido nas etapas de confecção do gabarito, instalação da tubulação elétrica e hidráulica do piso, confecção do radier, colocação das cantoneiras, montagem da armadura da parede, instalação da tubulação elétrica e hidráulica da parede, montagem das fôrmas, concretagem e desmontagem das fôrmas, conforme mostram as Figuras 1 a 9 :



Figura 1 – Confecção do gabarito  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 2 – Instalação da tubulação do piso  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 3 – Confecção do radier  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 4 – Colocação das cantoneiras  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 5 – Montagem da armadura da parede  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 6 – Instalação da tubulação da parede  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 7 – Montagem das fôrmas  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 8 – Concretagem  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 9 – Desmontagem das fôrmas  
Fonte: Os autores (2009)

O processo construtivo das casas utilizando fôrmas é realizado sempre aos pares, isto é, duas casas de cada vez, sendo uma das paredes geminada (Figura 10).



Para a montagem e desmontagem das fôrmas são utilizados inúmeros elementos: peças, acessórios, pinos, cunhas, fechamentos, cantos, cantoneiras, alinhadores, grampos e espaçadores.

## 2.2 Ergonomia e ferramentas ergonômicas

Etimologicamente, Ergonomia vem das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras), e significa “Estudo das leis do trabalho”. Laville (1977) define Ergonomia como uma disciplina que procura a melhoria das condições de trabalho. Iida (1990) a define como um estudo da adaptação do trabalho ao homem.

A utilização da Ergonomia como ferramenta de estudo visando a melhoria da qualidade de serviços na construção civil é um grande desafio. A dificuldade da aplicação de resultados, face ao nível de diversidade de tarefas, bem como a precariedade e a improvisação encontrados dentro do ambiente de trabalho da construção civil são obstáculos ao desenvolvimento de ideias e planos para o alcance da qualidade de serviços e produtos. A obtenção da qualidade significa para as empresas a sua sobrevivência num mercado cada vez mais exigente e competitivo (GONÇALVES e DE DEUS, 2001).

A Ergonomia sugere como método de análise de trabalho a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que prevê mecanismos de identificação de dores, desconforto e insatisfação do trabalhador. As maiores dificuldades quando se trata de analisar e corrigir

as más posturas do trabalho são a identificação e o registro dos dados ou componentes de atividade a serem estudadas, levando alguns pesquisadores a proporem métodos práticos de registro e análise de postura que possam validar os resultados das pesquisas nessa área (MAIA, 2008).

O mesmo autor ressalta que o nascimento da Ergonomia se deu pela necessidade de apresentar soluções para os problemas originários de situações de trabalho que não correspondem com a satisfação e aprovação do trabalhador no momento da realização da tarefa.

Abrahão e Pinho (1999) definem que os critérios de avaliação do trabalho são sustentados por três eixos:

- 1 - a segurança dos homens e dos equipamentos;
- 2 - a eficiência do processo produtivo;
- 3 - o bem-estar dos trabalhadores nas situações de trabalho.

Adotando estes itens como referenciais para a efetiva percepção das situações reais de trabalho, faz-se necessária a sondagem do modelo de trabalho, das características dos trabalhadores e da relação homem-trabalho na situação estudada.

Segundo Wisner (1994), os métodos experimentais permitiram avanços significativos na concepção e no melhoramento das situações de trabalho. Em muitos casos, a observação do trabalho favorece a identificação e solução de problemas que tendem a afetar a saúde do trabalhador.

## 2.3 Sistema OWAS

O sistema OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) foi desenvolvido na Finlândia para analisar as posturas de trabalho na indústria de aço, sendo proposto por pesquisadores finlandeses em conjunto com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional (KARHU et al., 1977).

Segundo Ribeiro et al. (2004), o método OWAS tem como principal objetivo analisar as posturas de trabalho que se apresentam inadequadas, identificar as posturas mais prejudiciais e ainda identificar as regiões que são mais atingidas.

Para o registro dos dados, pode-se utilizar a observação direta ou observação indireta (registro por

vídeo ou registro fotográfico), possibilitando a análise através da aplicação do método pelo pesquisador ou usando softwares específicos, como o programa WinOWAS (MANUAL WINOWAS, 2009).

Segundo o Manual WinOWAS (2009), este método possibilita o estudo e a avaliação da postura do homem durante o ciclo de trabalho, podendo ser uma ferramenta para o planejamento e desenvolvimento de um novo método ou posto de trabalho, para estudos ergonômicos e de saúde ocupacional.

As quatro categorias de ação são classificadas conforme o grau de esforço exigido pela atividade:

a) categoria 1 - postura normal; não necessita de ação corretiva;

b) categoria 2 - carga física da postura levemente prejudicial ao trabalhador; há a necessidade de futuras ações corretivas;

c) categoria 3 - carga física da postura prejudicial; há a necessidade de ações corretivas a curto prazo;

d) categoria 4 - carga física da postura extremamente prejudicial; há a necessidade de correções imediatas.

Guimarães e Portich (2002) descrevem o método OWAS como uma ferramenta de amostra que possibilita catalogar as posturas combinadas entre costas, pernas, braços, considerando ainda as forças exercidas, determinando o efeito resultante sobre o sistema musculoesquelético e possibilitando o exame do tempo relativo gasto em uma postura específica para cada região corporal.

A Figura 11 mostra a combinação das posições das costas, dos braços, das pernas.

<b>DORSO</b>	1 Reto	2 Inclinado	3 Reto e torcido	4 Inclinado e torcido
<b>BRACOS</b>	1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois Braços para cima	EXEMPLO Codigo: 215
<b>PERNAS</b>	1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas	DORSO Inclinado 2 BRACOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna Ajoelhada 5
	4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	7 Duas pernas suspensas

Figura 11– Classificação das posturas pelo sistema OWAS  
Fonte: Iida (2005)

A ação a ser tomada depende dos resultados das combinações entre os membros e o dorso. A frequência das diferentes posturas e a proporção que as representam, durante o tempo de atividade, são determinadas pela observação da atividade que se analisa, em intervalos de tempos iguais, e em atividade normal de trabalho. (PONTES, 2005).

### 3. Materiais e métodos

A presente pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, num canteiro de obras na cidade de Ponta Grossa, PR. A obra, na qual serão construídas 140 casas, caracterizando-se como o maior condomínio particular horizontal da cidade, apresentava-se na fase um, de um total de três fases.

O objetivo desta pesquisa foi a análise das posturas assumidas pelos operários na execução das atividades de levantamento, montagem, desmontagem, manuseio e transporte dos componentes do processo produtivo utilizando fôrmas metálicas.

Primeiramente foi necessária a identificação das etapas do processo produtivo nas quais os trabalhadores se submetem às piores condições posturais de trabalho. Levando-se em conta as opiniões do mestre de obras e dos operários, as etapas selecionadas foram a montagem e a desmontagem das fôrmas metálicas.

Durante as visitas realizadas ao canteiro de obras, percebeu-se que existiam diversas equipes responsáveis pelos conjuntos de fôrmas. Três dimensões de moradias estavam sendo construídas: casas com 47, 57 e 67 m<sup>2</sup>. Foi definido que a população a ser estudada seria toda a equipe (12 trabalhadores) responsável pela montagem e desmontagem das casas com 67 m<sup>2</sup>, sob a justificativa de que o conjunto de fôrmas relacionado com esta dimensão de casa apresentaria as maiores e mais pesadas peças, além de maior número, proporcionando condições mais desgastantes de trabalho.

Sabendo que o conjunto de fôrmas era composto de uma grande quantidade de peças, foi necessário estabelecer quais peças seriam o alvo de estudo da presente pesquisa. Para tal definição foi realizada uma pesquisa entre os 12 trabalhadores selecionados.

Tendo sido definidas as peças FA 91,5 (fôrma de alumínio) e CA 30 (cantoneira), apresentadas nas Figuras 12 e 13, respectivamente, procedeu-se à medição dos seus pesos, e para isto foi utilizada balança eletrônica da marca Toledo, modelo 2090.

A peça FA 91,5 e a peça CA 30 apresentaram respectivamente 49,8 quilogramas e 51,6 quilogramas.



Figura 12– Peça FA 91,5 (91,5 x 280 cm)  
Fonte: Os autores (2009)



Figura 13– Peça CA 30 (30 x 30 x 280 cm)  
Fonte: Os autores (2009)

Estabelecidos os valores dos pesos das peças, foi necessário determinar quais cômodos das casas seriam cenários de estudo, uma vez que a peça FA 91,5 estava presente em vários cômodos, permitindo uma infinidade de movimentos posturais, formas de transporte etc.

Os 12 trabalhadores elegeram o banheiro como o pior cômodo para o manuseio, a montagem e a desmontagem da peça FA 91,5, sob a justificativa de que o acesso para o transporte desta peça a este pequeno cômodo os submete a condições posturais comprometedoras à saúde.

A peça CA 30 é instalada somente no canto externo da casa, não necessitando a análise do pior cenário, uma vez que não há variabilidade quanto à sua localização na casa.

Após definidas as etapas do processo produtivo, as peças e os cômodos, foi necessário estabelecer as formas de transporte. Para isso foram realizadas observações e registros fotográficos, utilizando-se câmera digital Canon Slim PC 1060 durante as oito visitas realizadas ao canteiro de obras.

**Tarefa 01 – Transporte da peça FA 91,5:** Transporte para o interior da casa, montagem, desmontagem no interior do banheiro e transporte para o exterior da casa da peça FA 91,5. Todas as atividades realizadas por um trabalhador apenas.

Observou-se durante a pesquisa que esta tarefa é composta de seis atividades:

- atividade 1.1 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 do exterior da casa para o interior da nova casa (sala), estando as armaduras previamente montadas;

- atividade 1.2 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 da sala para o interior do banheiro;

- atividade 1.3 - montagem da peça FA 91,5 na parede do interior do banheiro da nova casa;

- atividade 1.4 - desmontagem da peça FA 91,5 da parede do interior do banheiro;

- atividade 1.5 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 do interior do banheiro para o exterior do banheiro (sala da casa);

- atividade 1.6 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 da sala da casa para o exterior da próxima casa que está pronta para receber as fôrmas.

**Tarefa 02 - Transporte da peça FA 91,5:** Transporte para o interior da casa, montagem, desmontagem no interior do banheiro e transporte para o exterior da casa da peça FA 91,5, sendo que as atividades de transporte são realizadas por dois trabalhadores e as atividades de montagem e desmontagem continuam sendo realizadas por apenas um trabalhador.

Esta tarefa é composta de seis atividades:

- atividade 2.1 - carregamento (transporte por dois trabalhadores) da peça FA 91,5 do exterior da casa para o interior da nova casa (sala), estando as armaduras previamente montadas;

- atividade 2.2 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 da sala para o interior do banheiro;

- atividade 2.3 - montagem da peça FA 91,5 na parede do interior do banheiro da nova casa;

- atividade 2.4 - desmontagem da peça FA 91,5 da parede do interior do banheiro;

- atividade 2.5 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça FA 91,5 do interior do banheiro para o exterior do banheiro (sala da casa);

- atividade 2.6 - carregamento (transporte por dois trabalhadores) da peça FA 91,5 da sala da casa para o exterior da próxima casa.

**Tarefa 03 - Transporte da peça CA 30:** Transporte, montagem e desmontagem da peça CA 30 no canto externo da casa e transporte para retirada

da peça do local de instalação, todas as atividades realizadas por um trabalhador apenas.

Observou-se durante a pesquisa que esta tarefa é composta de quatro atividades:

- atividade 3.1 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça CA 30 até o local onde se iniciará a montagem da peça, na cantoneira da casa, estando as armaduras previamente montadas;

- atividade 3.2 - montagem da peça CA 30;

- atividade 3.3 - desmontagem da peça CA 30;

- atividade 3.4 - carregamento (transporte por um trabalhador) da peça CA 30 até o local onde se iniciará novo ciclo da tarefa.

Com todas as variáveis definidas e todos os dados em mãos, para a realização desta pesquisa foi utilizado o software WinOWAS (2009), versão computadorizada do sistema OWAS (Ovako Working Posture Analysing System).

## 4. Análise e discussão dos resultados

### 4.1 Software WinOWAS

O software WinOWAS, assim como seu método originário OWAS, classifica as posturas em quatro posições de dorso, três posições de braço e sete posições de pernas. As combinações dessas posições fornecem informações sobre a severidade das tarefas.

#### 4.1.1 Aplicação do software WinOWAS para análise da tarefa 01

Para a análise postural da tarefa 01, aplicando o software WinOWAS, foram analisadas as atividades 1.1, 1.2 e 1.3. O Quadro 1 apresenta a divisão dos riscos gerais para coluna, braços e pernas e seus enquadramentos dentro das categorias de risco.

PARTES DO CORPO	POSTURAS	ATIVIDADES					
		1.1		1.2		1.3	
		Frequência	Risco	Frequência	Risco	Frequência	Risco
DORSO	reto	50%	1	50%	1	50%	1
	inclinado	25%	1	50%	2	50%	2
	reto e torcido	0%		0%		0%	
	inclinado e torcido	25%	2	0%		0%	
BRAÇOS	dois braços para baixo	25%	1	100%	1	0%	
	um braço para cima	75%	2	0%		100%	3
	dois braços para cima	0%		0%		0%	
PERNAS	sentado	0%		0%		0%	
	ambas as pernas esticadas	0%		0%		50%	1
	uma das pernas esticada	0%		0%		0%	
	ambos os joelhos flexionados	75%	4	0%		50%	3
	um dos joelhos flexionado	0%		50%	3	0%	
	ajoelhado	0%		0%		0%	
	andando	25%	1	50%	1	0%	

Quadro 1 – Categorias dos riscos gerais obtidos através do software WinOWAS

Analisando o Quadro 1, observa-se que o movimento postural do dorso quando inclinado ou inclinado e torcido, das atividades 1.1, 1.2 e 1.3, apresentou como risco máximo o risco 2, sendo uma postura levemente prejudicial e necessitando de futuras ações corretivas. Os movimentos executados com o dorso reto demonstram que esta posição não oferece risco nenhum ao trabalhador.

Com relação aos braços, o maior risco ergonômico foi apresentado na atividade 1.3, na qual o movimento postural com um dos braços para cima apresentou risco 3, exigindo ações corretivas em curto prazo. Os braços, sempre que mantidos abaixo da linha dos ombros, apresentam risco 1, sendo uma postura normal na qual não há necessidade de ações corretivas.

Todas as atividades analisadas da tarefa 1 exigem ações corretivas imediatas ou em curto prazo com relação às pernas, uma vez que mais de 50% destas atividades são executadas com os joelhos flexionados.

O deslocamento da peça FA 91,5 não se caracterizou como um movimento postural que apresenta risco ao trabalhador.

#### 4.1.2 Aplicação do Software WinOWAS para análise da Tarefa 02

Para a análise postural da tarefa 02, aplicando o software WinOWAS, foi analisada a atividade 2.1. O Quadro 2 apresenta a divisão dos riscos gerais para coluna, braços e pernas e seus enquadramentos dentro das categorias de risco.

PARTES DO CORPO	POSTURAS	ATIVIDADE	
		2.1	
		Frequência	Risco
DORSO	reto	25%	1
	inclinado	75%	2
	reto e torcido	0%	
	inclinado e torcido	0%	
BRAÇOS	dois braços para baixo	100%	1
	um braço para cima	0%	
	dois braços para cima	0%	
PERNAS	sentado	0%	
	ambas as pernas esticadas	25%	1
	uma das pernas esticada	0%	
	ambos os joelhos flexionados	25%	2
	um dos joelhos flexionado	25%	2
	ajoelhado	0%	
	andando	25%	1

**Quadro 2** – Categorias dos riscos gerais obtidos através do software WinOWAS

O Quadro 2 mostra que na tarefa 2, sendo esta executada por dois trabalhadores, os riscos gerais não ultrapassam a categoria 2 dos riscos. Movimentos combinados de inclinação do dorso e flexão de pernas classificam-se nesta atividade como categoria 2, na qual a postura é levemente prejudicial ao trabalhador. Para correção total das posturas exigidas dos trabalhadores, devem ser evitadas a inclinação do dorso e a flexão dos joelhos. O transporte da peça FA 91,5 realizado por dois trabalhadores, permitiu que os movimentos posturais dos braços fossem realizados integralmente abaixo da linha dos ombros, atenuando o risco nesta parte do corpo.

#### 4.1.3 Aplicação do Software WinOWAS para análise da Tarefa 03

Para a análise postural da tarefa 03, aplicando o software WinOWAS, foram analisadas as atividades 3.1, 3.2 e 3.4. O Quadro 3 apresenta a divisão dos riscos gerais para coluna, braços e pernas e seus enquadramentos dentro das categorias de risco.

PARTES DO CORPO	POSTURAS	ATIVIDADES					
		3.1		3.2		3.4	
		Frequência	Risco	Frequência	Risco	Frequência	Risco
DORSO	reto	60%	1	50%	1	25%	1
	inclinado	40%	2	50%	2	75%	2
	reto e torcido	0%		0%		0%	
	inclinado e torcido	0%		0%		0%	
BRAÇOS	dois braços para baixo	100%	1	100%	1	100%	1
	um braço para cima	0%		0%		0%	
	dois braços para cima	0%		0%		0%	
PERNAS	sentado	0%		0%		0%	
	ambas as pernas esticadas	0%		0%			
	uma das pernas esticada	0%		0%		0%	
	ambos os joelhos flexionados	60%	3	50%	3	50%	3
	um dos joelhos flexionado	20%	2	50%	3	25%	2
	ajoelhado	0%		0%		0%	
	andando	20%	1	0%	0	25%	1

**Quadro 3** – Categorias dos riscos gerais obtidos através do software WinOWAS

O Quadro 3 mostra que para a execução das três atividades, o trabalhador submete-se a constrangimentos posturais de inclinação do dorso, sendo esta posição levemente prejudicial ao trabalhador, necessitando de futuras ações corretivas.

Para o transporte e manuseio da peça CA 30, o operário realiza o trabalho sempre com os dois braços abaixo da linha dos ombros, caracterizando-se este movimento como uma postura normal.

Com relação às pernas, as atividades 3.1, 3.2 e 3.4 se enquadram na categoria 3, como máximo risco ergonômico, sendo realizadas com movimentos

posturais de flexão de uma das pernas ou ambas as pernas, necessitando de ações corretivas em curto prazo.

O deslocamento da peça CA 30 não apresentou riscos aos trabalhadores, assim como observado na atividade de transporte da peça FA 91,5.

O transporte, mesmo sendo de peças com aproximadamente 50 quilogramas, não foi o movimento que gerou mais constrangimentos aos trabalhadores. O manuseio, a montagem e a desmontagem das peças foram as atividades que proporcionaram os maiores comprometimentos posturais aos trabalhadores.

## 5. Conclusão

Constata-se que a construção civil é uma atividade na qual existem os mais variados tipos de tarefas, submetendo os trabalhadores a diversas formas de constrangimentos posturais.

Poucas indústrias apresentam a diversidade de riscos que caracteriza a indústria da construção civil. Estes riscos têm maior repercussão em virtude das condições de trabalho e dos aspectos específicos desta indústria, em cada país, região e localidade. Dentre estes aspectos podem ser citados os relativos ao tamanho das empresas, à curta duração das obras, à sua diversidade e à rotatividade da mão de obra.

A adoção de novas tecnologias e sistemas construtivos tem como objetivo a otimização de mão de obra e insumos, tornando nas obras a relação custo-benefício mais favorável, resultando em imóveis mais acessíveis e com maior lucratividade. Porém, a adoção de novas tecnologias e sistemas construtivos acarreta novos riscos para os trabalhadores, sendo necessário o apoio da comunidade científica para a atenuação ou a neutralização dos mesmos, através de estudos oficiais e formais.

A Ergonomia tem como objetivo a redução das doenças ocupacionais, da fadiga muscular, de situações de riscos e acidentes, proporcionando uma redução nas perdas, danos e custos à empresa e melhor conforto, produtividade e desempenho do trabalhador.

A construção de casas utilizando fôrmas oferece diversos riscos ao trabalhador, por se tratar de uma atividade na qual são executadas inúmeras tarefas para a obtenção do produto final e por fornecer uma

série de variáveis, situações e modos de execução do trabalho.

Quanto à avaliação das posturas adotadas pelos trabalhadores para a execução das três tarefas alvos do estudo, algumas considerações foram possíveis:

- na tarefa 1, a atividade 1.1 é executada de maneira que os trabalhadores se submetem a constrangimentos posturais de nível 4, principalmente nos membros inferiores; a flexão de coluna para pegar e acomodar a peça FA 91,5 no solo merece atenção e correções;

- as atividades 1.2 e 1.3 merecem atenção e necessitam de correções o mais rapidamente possível, pois as flexões de coluna e pernas, se combinadas, são movimentos posturais constrangedores para os trabalhadores;

- a tarefa 2 apresentou na atividade 2.1 o risco máximo, o risco 3. A combinação das posturas que caracterizaram esta atividade foi a flexão de coluna e pernas;

- a tarefa 3 apresentou risco máximo nas atividades 3.1, 3.2 e 3.4, o risco 3, merecendo atenção com relação às medidas corretivas nos movimentos posturais de flexão de pernas.

Em todas as tarefas, o momento em que o trabalhador se desloca com a peça apresentou risco 1, não necessitando de medidas corretivas.

Com esses dados em mãos, conclui-se que as atividades que originam as piores condições posturais são aquelas nas quais o trabalhador realiza o levantamento, o manuseio e o abaixamento das peças.

Levando-se em consideração o objetivo do presente trabalho, verificou-se que o mesmo foi atingido, evidenciando que o método utilizado na pesquisa em questão constitui uma ferramenta eficaz para a proposição de soluções para o problema levantado.

A partir dos resultados obtidos na presente pesquisa e utilizando os conhecimentos de Ergonomia, para melhoria das condições de trabalho, e consequentemente o aumento da produtividade do trabalhador, sugere-se o treinamento dos trabalhadores sobre o transporte e o manuseio de cargas, nos momentos de levantamento, abaixamento e manuseio das peças, de modo a realizá-los de forma que se reduza ou se anule a flexão do dorso e das pernas. Sugere-se também: minimizar o trabalho de manuseio das peças CA 30 e FA 91,5 com os braços acima da linha dos ombros; evitar ao máximo a realização

dos movimentos posturais combinados de flexão de pernas e dorso; no transporte das peças CA 30 e FA 91,5, realizá-lo preferencialmente com dois trabalhadores; instalar alças nas peças CA 30 e FA 91,5.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, I.; PINHO, D. L. M. Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. **Revista Escola, Saúde e Trabalho: Estudos Psicológicos**, Brasília, Universidade de Brasília, 1999.
- GONÇALVES, A. S.; DE DEUS, E. P. **Intervenção ergonômica no processo produtivo da construção civil**: estudo de caso. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2001.
- GUIMARÃES L. B. de M.; PORTICH P. Análise postural da carga de trabalho nas centrais de armação e carpintaria de um canteiro de obras. In: ABERGO – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ERGONOMIA, VII., 2002. Recife. **Anais...** Recife, 2002.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- \_\_\_\_\_. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1990.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Catálogo de processos e sistemas construtivos para habitação**. Publicação IPT, n. 2515, 1998.
- 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.
- KRÜGER, J. A. **A ergonomia utilizada como ferramenta na educação para o trabalho do carpinteiro na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.
- LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. O processo de produção das paredes maciças. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS VEDAÇÕES VERTICIAIS – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC.
- MAIA, I. M. O. **Avaliação das condições posturais dos trabalhadores na produção de carvão vegetal em cilindros metálicos verticais**. 2008. Dissertação (Mestrado) – UTFPR, PR, 2008.
- MANUAL WinOWAS. **A computerized system for the analysis of work postures**. Disponível em: <http://turval.me.tut.fi/owas>. Acesso em: 02 mar. 2009.
- PONTES, H. **A incidência da lombalgia em indústria de fundição: um estudo de caso sob a ótica da ergonomia**. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UTFPR, PR, 2005.
- REVISTA VEJA. **Pia de mármore para classe C**. 4 de junho, 2008, p.162-166.
- RIBEIRO, S. B., SOUTO, M. do S. M. L.; ARAÚJO JUNIOR, I. C. **Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesseiro em um canteiro de obras através do software WinOWAS**. In: ENEGEP, 24, 2004, Florianópolis. CD ROM. Florianópolis: UFSC, 2004.
- WISNER, A. **A inteligência no trabalho - Textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.