



## **Análise de posturas e de levantamento de cargas para melhoria ergonômica de postos de trabalho do setor de acabamento de uma fundição**

Natália Fernanda Santos Pereira<sup>1</sup>

Daniela Araújo Viriato<sup>2</sup>

Eriane Cristine da Fonseca Silva<sup>3</sup>

Gilson Marques Pinheiro<sup>4</sup>

**Resumo:** O setor de acabamento de uma fundição é caracterizado pela existência de trabalho pesado. O levantamento de cargas excessivas, as posturas e movimentos inadequados - necessários para manusear lixadeiras e peças fundidas - apresentam riscos à saúde do trabalhador na empresa pesquisada. Nesse contexto, foi realizada análise ergonômica do trabalho (AET) em dois postos de trabalho, utilizando especificamente a equação de NIOSH e o método OWAS. Por meio da aplicação da equação de NIOSH verificou-se a existência de sobrecarga física, pois o índice de levantamento composto (ILC) está acima de 3, indicando elevado risco de lesão. Aplicando o método OWAS observou-se que 33% das posturas adotadas na linha carrossel eram críticas - classes 3 e 4 - indicando a necessidade de mudança das posturas em curto prazo. Já na linha “mercado interno”, 14% das posturas foram categorizadas como classe 3, sendo prejudiciais. Neste sentido, sugeriu-se a aquisição de bancada regulável para adaptação da tarefa de esmerilhamento das peças e a utilização de talhas pneumáticas para movimentação das peças, além do treinamento e da conscientização dos operadores. Estas sugestões possibilitaram redução de 100% das posturas críticas de trabalho e eliminação do levantamento de cargas em um dos postos de trabalho estudado.

**Palavras-chave:** Análise postural. Levantamento de carga. Fundição. Acabamento de peças.

1. Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade de Itaúna, natsantos23@gmail.com.
2. Engenheira de Segurança do Trabalho, Universidade de Itaúna, danielaav00@hotmail.com.
3. Engenheira de Produção, Universidade de Itaúna, erianecristine@gmail.com.
4. Mestre em Engenharia de Produção, Universidade de Itaúna, gilsonmarques1@gmail.com.

### **1. Introdução**

A operação de esmerilhar uma peça fundida tem a finalidade de retirar rebarbas e inclusões superficiais aderidas à mesma no processo de resfriamento do metal. O setor de acabamento da empresa pesquisada é subdividido em 32 boxes divididos entre as áreas chamadas de mercado interno, carrossel I e II, linha IV e o esmeril, onde são executadas as tarefas por um operador com utilização de lixadeiras. Neste estudo foram considerados somente os postos de trabalho que executam o acabamento da parte externa da peça, isto é, um posto do mercado interno e um posto da linha carrossel I.

O trabalho de esmerilhamento é realizado em pé, com a utilização dos membros superiores (braços e mãos). Porém, em alguns instantes e devido à falta de um dispositivo



**SICT**  
Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

25 a 29 de setembro de 2017  
Engenharias e Computação

 Universidade de Itaúna

para posicionar a peça, o operador faz vários movimentos, curvando a coluna cervical. Também no momento de posicionamento da peça, ele realiza levantamento de carga, além do peso da esmerilhadeira (8 kg) que é utilizada durante todo o trabalho. Somente nos momentos de posicionamento da peça para iniciar a operação e de retirada da peça do posto de trabalho é que o operador não sustenta o peso da esmerilhadeira.

A demanda para realização desse estudo, foi originada pelo grande número de reclamações dos operadores quanto às condições de trabalho do setor de acabamento e pela dificuldade de contratação de mão-de-obra e devido à exigência de experiência necessária para a garantia da qualidade nessa etapa do processo. Portanto é necessário identificar os principais riscos presentes e levantar as causas das reclamações de forma a possibilitar a implementação de ações de melhoria.

Para tanto foi utilizado o método OWAS (*Ovako working posture analysing system*) para estudar as principais posturas adotadas na realização da atividade e a equação de NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) para identificar as variáveis críticas quando do acabamento das peças fundidas.

## 2. Metodologia

Foi realizada uma pesquisa científica de natureza aplicada utilizando a análise ergonômica do trabalho (AET) para analisar as posturas e os movimentos dos acabadores de peças fundidas. Esta pesquisa se trata de um estudo de caso que teve abordagens qualitativa e quantitativa. A coleta de dados e informações referentes à situação de trabalho realizou-se por meio de entrevistas, fotografias, observações e filmagens na área de trabalho. Especificamente, foram utilizados para coleta de dados: câmera fotográfica digital para gravação das posturas e movimentos para posterior observação, questionário “Censo de Ergonomia” para coleta de informações referentes à opinião e sentimento dos trabalhadores a respeito do trabalho, e trena para verificar as medidas do posto de trabalho. O questionário aplicado foi respondido por 50 operadores do setor, o que representou 60% do total de operadores.

As posturas dos operadores foram observadas, registradas, classificadas e interpretadas segundo o método OWAS de forma a possibilitar a implementação de ações para eliminar a necessidade de adoção de posturas desfavoráveis. A equação de NIOSH foi utilizada para o cálculo do limite de peso máximo recomendado para a atividade de acabamento na linha carrossel.

O método OWAS foi desenvolvido por pesquisadores finlandeses, em 1977, por meio de análises fotográficas das principais posturas de trabalho adotadas numa empresa siderúrgica. Foram registradas 72 posturas típicas, resultando em diferentes combinações das posições do dorso (4 posições típicas), braços (3 posições típicas) e pernas (7 posições típicas). A classificação da postura é feita de acordo com a combinação das variáveis dorso, braços, pernas e carga, conforme ilustrado no QUADRO 1.



DORSO	BRAÇO	PERNAS																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	2
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	

QUADRO 1 – Classificação das posturas pela combinação das variáveis. Fonte: Lida (2005, p. 170).

Ainda de acordo com Lida (2005), a identificação da classe depende também do tempo de duração das posturas, conforme ilustrado no QUADRO 2.

DURAÇÃO MÁXIMA (% da jornada de trabalho)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
DORSO	1 Dorso reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Dorso inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Dorso reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4 Inclinado e torcido	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAÇOS	1 Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PERNAS	1 Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2 Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3 Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
	4 Uma perna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5 Uma perna ajoelhada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6 Deslocamento com as pernas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7 Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

QUADRO 2 – Classificação das posturas de acordo com a duração. Fonte: Lida (2005, p. 171).

Conforme a combinação das posições do dorso, braços, pernas e carga, segundo Lida (2005), as posturas são classificadas da seguinte forma: classe 1 – postura normal, que dispensa maiores cuidados; classe 2 – postura que deve ser verificada durante a próxima revisão; classe 3 – postura que deve merecer atenção a curto prazo; e classe 4 – postura que deve merecer atenção imediata.

A equação de NIOSH foi desenvolvida para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas e tem como objetivo prevenir ou reduzir a ocorrência de dores causadas pelos levantamentos e identificar os riscos de lombalgia associados à carga física (WATERS *et al.*, 1993). Esta equação estabelece um valor de referência de 23 Kg que corresponde à capacidade de levantamento, no plano sagital, de uma carga a 75 cm do solo, com um deslocamento vertical de 25 cm e sendo segura a 25 cm do corpo (IIDA, 2005). Esse valor é multiplicado por 6 fatores de redução para designar o peso limite recomendado (PLR), conforme descrito na Equação (1), onde: Cc = constante de carga (23 kg); FDH = fator distância horizontal; FAV = fator altura vertical; FDVP = fator distância vertical percorrida; FA = fator assimetria; FFL = fator frequência de levantamento; FQP = fator qualidade da pega.

$$PLR = Cc \times FDH \times FAV \times FDVP \times FA \times FFL \times FQP \quad (1)$$



As fórmulas para cálculo dos fatores estão indicadas no QUADRO 3, onde H, V, D e A indicam, respectivamente, a distância horizontal, a altura vertical, a distância vertical e o ângulo de rotação do tronco. O coeficiente ou fator de pega (QUADRO 4) é definido de acordo com a qualidade da pega e à altura inicial do levantamento (V).

Fator	Fórmula
FDH	25/H
FAV	$(1-0,003/[V-75])$
FDVP	$(0,82+4,5/D)$
FA	$(1-0,0032 \times A)$

QUADRO 3 – Fórmulas para cálculo dos fatores envolvidos no levantamento de cargas

Qualidade da pega	Coeficientes da pega	
	V < 75cm	V ≥ 75cm
Boa	1	1
Média	0,95	1
Ruim	0,9	0,9

QUADRO 4 – Fator de pega. Fonte: Iida (2005, p. 183).

Os coeficientes relativos à frequência média de levantamentos/min (FFL) utilizados na equação de NIOSH estão relacionados no QUADRO 5.

Frequência Levantamentos/min	Duração do trabalho (h/dia)					
	≤ 1 h		≤ 2 h		≤ 8 h	
	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)
0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

QUADRO 5 – Fator frequência de levantamento. Fonte: Iida (2005, p. 184).

Segundo Teixeira (2004), uma vez calculado o PLR para uma dada tarefa de levantamento de cargas deve-se compará-lo ao peso real da carga levantada. Esta relação fornece o índice de levantamento (IL), calculado conforme a Equação (2), onde PC representa o peso real da carga levantada (kg) e PLR indica o peso limite recomendado (kg).

$$IL = PC/PLR \quad (2)$$

“Quando o trabalhador realiza várias tarefas nas quais ocorrem levantamentos de cargas, torna-se necessário o cálculo de um índice composto de levantamento para estimar o risco associado a seu trabalho” (MANUAL DE APLICAÇÃO DA NR 17, 2002, p. 83). De



acordo com Teixeira (2004), o cálculo do índice de levantamento composto (ILC) é feito da seguinte maneira:

- a) cálculo dos índices de levantamento das tarefas simples;
- b) numeração em ordem decrescente de estresse físico, iniciando-se com a tarefa com maior valor do ILTS (índice de levantamento da tarefa simples) até a tarefa com o menor valor do ILTS;
- c) cálculo do índice acumulado utilizando a Equação (3) e a Equação (4), onde  $FFL_{1,2}$  (fator frequência de levantamento) é a soma da frequência de levantamento da tarefa 1 e da tarefa 2 e assim sucessivamente. Este procedimento é adotado para que as tarefas mais difíceis sejam priorizadas.

$$ILC = ILTS_1 + \sum IL_n \quad (3)$$

$$IL_n = ILTS_1 + ILIF_2 \times (1/FFL_{1,2} - 1/FFL_1) \quad (4)$$

Conforme o manual de aplicação da NR 17 (2002), a classificação do ILC é feita da seguinte forma:

- a) risco limitado (índice de levantamento  $\leq 1$ ): a maioria dos trabalhadores não deverá ter problemas;
- b) aumento moderado do risco ( $1 < \text{índice de levantamento} \leq 3$ ): alguns trabalhadores podem adoecer ou sofrer lesões;
- c) aumento elevado do risco (índice de levantamento  $> 3$ ): tarefa inaceitável do ponto de vista ergonômico e deve ser modificada.

### 3. Resultados

#### 3.1. Análise das posturas utilizando o método OWAS

O resultado da aplicação do questionário “Censo de ergonomia” indicou que 78% dos operadores sentem desconforto, sendo a coluna a região do corpo mais afetada e que para 59% dos operadores esse desconforto aumenta durante a jornada normal de trabalho.

As posturas dos operadores, na rotina do trabalho de acabamento de peças, foram analisadas nos dois postos, mercado interno e linha carrossel, conforme o método OWAS. Por meio de filmagem, pode-se congelar algumas imagens de posições e classificar as posturas através da combinação das variáveis: dorso, braços, pernas e carga, conforme detalhado nas FIGURAS 1 a 16 e nas TABELAS 1 e 2.



FIGURA 1 – Postura 1: operador pega a peça para posicioná-la no posto de trabalho mercado interno



FIGURA 2 – Postura 2: operador posicionando a peça no posto de trabalho mercado interno



FIGURA 3 – Postura 3: operador pega a peça para posicioná-la no posto de trabalho linha carrossel



FIGURA 4 – Postura 4: operador posiciona a peça para iniciar a atividade de acabamento linha carrossel



FIGURA 5 – Postura 5: operador pega e liga a lixadeira no posto de trabalho mercado interno



FIGURA 6 – Postura 6: operador pega e liga a lixadeira no posto de trabalho linha carrossel



FIGURA 7 – Postura 7: início do esmerilhamento da peça no posto de trabalho mercado interno



FIGURA 8 – Postura 8: esmerilhamento da parte lateral da peça no posto de trabalho mercado interno



FIGURA 9 – Postura 9: início do esmerilhamento da peça no posto de trabalho linha carrossel



FIGURA 10 – Postura 10: operador gira a peça para acabar outras faces na linha carrossel



FIGURA 11 – Postura 11: operador muda a posição da peça e retorna ao esmerilhamento na linha carrossel



FIGURA 12 – Postura 12: operador desliga e posiciona a lixadeira no suporte, posto mercado interno



FIGURA 13 – Postura 13: operador desliga e posiciona a lixadeira no suporte no posto de trabalho na linha carrossel



FIGURA 14 – Postura 14: operador rola a peça para o próximo posto de trabalho mercado interno



FIGURA 15 – Postura 15: operador pega a peça acabada e a posiciona na esteira na linha carrossel



FIGURA 16 – Postura 16: operador posiciona a peça na esteira ao lado direito da linha carrossel

TABELA 1– Classificação das posturas do posto de trabalho “mercado interno” pelo método OWAS

POSTO DE TRABALHO	OPERAÇÕES	POSTURA	FATORES	ÍNDICE	CLASSE	CLASSIFICAÇÃO	Ação
MERCADO INTERNO	Pegar a peça do palete para posicioná-la no posto de trabalho.	1	DORSO: Inclinado	2	3	Claramente prejudicial	Mudar postura a curto prazo
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Duas pernas flexionadas	3			
			CARGA: Peso da peça 59 kg	3			
	Operador posicionando a peça no posto de trabalho	2	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Uma perna reta	2			
			CARGA: Força até 10 Kg	1			
	Operador pegando e ligando a lixadeira	5	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Duas pernas retas	1			
			CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1			
	Início do esmerilhamento da peça no posto de trabalho	7	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
PERNAS: Duas pernas retas			1				
CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg			1				
Esmerilhamento da parte interna lateral da peça	8	DORSO: Inclinado	1	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Duas pernas flexionadas	3				
		CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1				
Operador desligando e posicionando a lixadeira no suporte	12	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Duas pernas retas	1				
		CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1				
Operador rolando a peça acabada para o próximo posto de trabalho	14	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Deslocamento com pernas	6				
		CARGA: Peso da peça 59 kg	3				



TABELA 2– Classificação das posturas da linha carrossel pelo método OWAS

POSTO DE TRABALHO	OPERAÇÕES	POSTURA	FATORES	ÍNDICE	CLASSE	CLASSIFICAÇÃO	Ação
LINHA CARROSSEL	Pegar a peça do palete para posicioná-la no posto de trabalho.	3	DORSO: Inclinado e torcido	4	4	Extremamente prejudicial	Mudar postura imediatamente
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Deslocamento com pernas	6			
			CARGA: Peso da peça 28,6 Kg	3			
	Operador posicionando a peça no posto de trabalho	4	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Duas pernas reta	1			
			CARGA: Força até 10 kg	1			
	Operador pegando e ligando a lixadeira	6	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Duas pernas retas	1			
			CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1			
	Início do esmerilhamento da peça no posto de trabalho	9	DORSO: Inclinado	2	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão
			BRAÇOS: Dois braços para baixo	1			
			PERNAS: Duas pernas retas	1			
			CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1			
Girando a peça para esmerilhamento de outras faces	10	DORSO: Inclinado	2	3	Claramente prejudicial	Mudar postura a curto prazo	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Duas pernas retas	1				
		CARGA: Média do peso da esmerilhadeira 8 Kgs e da peça 28,6 Kg	3				
Retorna ao esmerilhamento após mudar a posição da peça	11	DORSO: Inclinado e torcido	4	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Duas pernas retas	1				
		CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1				
Operador desligando e posicionando a lixadeira no suporte	13	DORSO: Inclinado e torcido	4	2	Levemente prejudicial	Verificar postura na próxima revisão	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Uma perna reta	2				
		CARGA: Peso da esmerilhadeira 8 kg	1				
Operador pega a peça acabada para posicionar na esteira	15	DORSO: Inclinado	2	3	Claramente prejudicial	Mudar postura a curto prazo	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Duas pernas flexionadas	3				
		CARGA: Peso da peça 28,6 Kg	3				
Operador posiciona a peça na esteira	16	DORSO: Reto	1	1	Normal	Nenhuma	
		BRAÇOS: Dois braços para baixo	1				
		PERNAS: Deslocamento com pernas	6				
		CARGA: Peso da peça 28,6 Kg	3				

Conforme a avaliação das posturas pelo método OWAS, sintetizada nas TABELAS 1 e 2, o posto de trabalho mais crítico em relação à postura do operador é a linha carrossel. Esta linha necessita de atenção especial, uma vez que 33,3% das posturas analisadas requerem a implementação de ações de melhoria em curto prazo ou imediatamente.

### 3.2. Análise da atividade de levantamento de peças

A condição de cada variável da tarefa de esmerilhamento e levantamento das peças para colocação em uma esteira pode ser verificada nos QUADROS 6, 7, 8, 9 e 10 para a linha carrossel.





Tarefa	Peso	Localização das mãos [cm]				Distância Vertical VD-Vo [cm]	Ângulo de Assimetria [graus]		Frequência de levantamento	Duração	Qualidade da pega	
		Origem		Destino			Origem	Destino				
		[Kg]	H	V	H							V
1ª peça (próxima ao chão)	1	28,6	42	29	23	74	45	0	90	1	< 1	Regular
	2	28,6	23	74	60	83	9	0	90	1	< 1	Regular
Tarefa	PMR	FDH	FAV	FDVP	FA	FFL	FQP	LPR	ILIF	ILTS	Classif. Taref.	
1	Origem 1	23	0,60	0,86	0,92	1,00	0,94	0,95	9,70	2,77	2,95	1
	Destino 1	23	1,00	1,00	0,92	0,71	0,94	0,95	13,41	2,00	2,13	Desconsidera
2	Origem 2	23	1,00	1,00	1	1,00	0,94	0,95	20,48	1,31	1,40	Desconsidera
	Destino 2	23	0,42	0,78	1,00	0,71	0,94	0,95	4,72	5,69	6,06	2

QUADRO 6 – Variáveis da equação de NIOSH para a 1ª peça do palete

Tarefa	Peso	Localização das mãos [cm]				Distância Vertical VD-Vo [cm]	Ângulo de Assimetria [graus]		Frequência de levantamento	Duração	Qualidade da pega	
		Origem		Destino			Origem	Destino				
		[Kg]	H	V	H							V
2ª peça	1	28,6	42	39,5	23	74	34,5	0	90	1	< 1	Regular
	2	28,6	23	74	60	83	9	0	90	1	< 1	Regular
Tarefa	PMR	FDH	FAV	FDVP	FA	FFL	FQP	LPR	ILIF	ILTS	Classif. Taref.	
1	Origem 1	23	0,60	0,89	0,95	1,00	0,94	0,95	10,38	2,59	2,75	1
	Destino 1	23	1,00	1,00	0,95	0,71	0,94	0,95	13,86	1,94	2,06	Desconsidera
2	Origem 2	23	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,95	20,48	1,31	1,40	Desconsidera
	Destino 2	23	0,42	1,00	1,00	0,71	0,94	0,95	6,09	4,41	4,69	2

QUADRO 7 – Variáveis da equação de NIOSH para a 2ª peça do palete

Tarefa	Peso	Localização das mãos [cm]				Distância Vertical VD-Vo [cm]	Ângulo de Assimetria [graus]		Frequência de levantamento	Duração	Qualidade da pega	
		Origem		Destino			Origem	Destino				
		[Kg]	H	V	H							V
3ª peça	1	28,6	42	50	23	74	24	0	90	1	< 1	Regular
	2	28,6	23	74	60	83	9	0	90	1	< 1	Regular
Tarefa	PMR	FDH	FAV	FDVP	FA	FFL	FQP	LPR	ILIF	ILTS	Classif. Taref.	
1	Origem 1	23	0,60	0,93	1,01	1,00	0,94	0,95	11,39	2,36	2,51	1
	Destino 1	23	1,00	1,00	1,01	0,71	0,94	0,95	14,69	1,83	1,95	Desconsidera
2	Origem 2	23	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,95	20,48	1,31	1,40	Desconsidera
	Destino 2	23	0,42	1,00	1,00	0,71	0,94	0,95	6,09	4,41	4,69	2

QUADRO 8 – Variáveis da equação de NIOSH para a 3ª peça do palete

Tarefa	Peso	Localização das mãos [cm]				Distância Vertical VD-Vo [cm]	Ângulo de Assimetria [graus]		Frequência de levantamento	Duração	Qualidade da pega	
		Origem		Destino			Origem	Destino				
		[Kg]	H	V	H							V
4ª peça	1	28,6	42	60,5	23	74	13,5	0	90	1	< 1	Regular
	2	28,6	23	74	60	83	9	0	90	1	< 1	Regular
Tarefa	PMR	FDH	FAV	FDVP	FA	FFL	FQP	LPR	ILIF	ILTS	Classif. Taref.	
1	Origem 1	23	0,60	0,96	1,00	1,00	0,94	0,95	11,69	2,30	2,45	1
	Destino 1	23	1,00	1,00	1,00	0,71	0,94	0,95	14,58	1,84	1,96	Desconsidera
2	Origem 2	23	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,95	20,48	1,31	1,40	Desconsidera
	Destino 2	23	0,42	1,02	1,00	0,71	0,94	0,95	6,24	4,31	4,58	2

QUADRO 9 – Variáveis da equação de NIOSH para a 4ª peça do palete

Tarefa	Peso	Localização das mãos [cm]				Distância Vertical VD-Vo [cm]	Ângulo de Assimetria [graus]		Frequência de levantamento	Duração	Qualidade da pega	
		Origem		Destino			Origem	Destino				
		[Kg]	H	V	H							V
5ª peça	1	28,6	42	71	23	74	3	0	90	1	< 1	Regular
	2	28,6	23	74	60	83	9	0	90	1	< 1	Regular
Tarefa	PMR	FDH	FAV	FDVP	FA	FFL	FQP	LPR	ILIF	ILTS	Classif. Taref.	
1	Origem 1	23	0,60	0,99	1,00	1,00	0,94	0,95	12,08	2,23	2,37	1
	Destino 1	23	1,00	1,00	1,00	0,71	0,94	0,95	14,58	1,84	1,96	Desconsidera
2	Origem 2	23	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,95	20,48	1,31	1,40	Desconsidera
	Destino 2	23	0,42	1,00	1,00	0,71	0,94	0,95	6,09	4,41	4,69	2

QUADRO 10 – Variáveis da equação de NIOSH para a 5ª peça do palete



Foi considerada como tarefa 1, o ato de pegar a peça e posicioná-la no suporte para iniciar o acabamento. Essa tarefa é realizada cinco vezes devido à quantidade de peças no palete (4 pilhas de 5 peças, variando a altura vertical). Considerou-se como tarefa 2, o ato de pegar a peça e colocá-la na esteira para iniciar outra etapa do acabamento da peça. Para análise foi utilizada uma peça de 28,6 kg que é empilhada em 4 pilhas de 5 peças por palete. Portanto, na medida em que se inicia a atividade a altura vertical varia até o acabamento da última peça.

A existência de tarefas múltiplas faz com que o índice de levantamento composto seja maior que o maior índice das tarefas simples, pelos desgastes físicos acumulados. A partir dos cálculos dos ILIF e ILTS pode-se realizar o cálculo do índice de levantamento composto, sintetizado no QUADRO 11, considerando:

$$FFL_1 = 0,94 \text{ [1 levantamento/min e duração da tarefa 1 é } \leq 1 \text{ hora] e}$$

$$FFL_{1,2} = 0,91 \text{ [2 levantamentos/min (F1 + F2 = 1 + 1 = 2) e duração da tarefa 2 é } \leq 1 \text{ hora].}$$

Cálculo do Índice de Levantamento Composto para o trabalho		
ILC <sub>12</sub> =	ILTS <sub>1</sub> +	$\Delta IL_2$
ILC <sub>12</sub> =	ILTS <sub>1</sub>	$ILIF_2 \times (1/FFL_{1,2} - 1/FFL_1)$
	2,95	$4,41 \times (1/0,91 - 1/0,94)$
	2,95	0,15
ILC <sub>12</sub> =	3,1	

QUADRO 11 – Cálculo do índice de levantamento composto

Conforme demonstrado, o ILC das tarefas avaliadas resultou em um valor maior que 3, caracterizando elevado risco de lesões, sendo necessário modificar as tarefas. Observa-se que o coeficiente horizontal (FDH) apresenta-se como a pior condição. O coeficiente vertical (FAV) juntamente com o coeficiente de fator assimetria (FA) também apresentam condições desfavoráveis no destino.

#### 4. Discussão

Por meio da análise dos parâmetros da equação de NIOSH no posto da linha carrossel, observa-se que a distância vertical FAV merece atenção. Propõe-se construir uma bancada regulável, evitando que o operador tenha que se abaixar para levantar a peça e rotacionar o dorso para colocá-las na esteira. Neste caso o operador somente empurra a peça, consequentemente reduzindo o fator FDH no destino. Para auxiliar no posicionamento da peça naquela bancada sugere-se a utilização de uma talha pneumática para eliminar o levantamento de cargas. Para reduzir o fator de FDH na origem deve-se orientar os operadores de empilhadeira para posicionar os paletes o mais próximo da bancada. A FIGURA 17 apresenta um modelo de bancada regulável pneumática implantada na linha do carrossel.

Para evitar a inclinação do dorso do operador durante a execução da atividade e também facilitar a rotação da peça para o acabamento de outras faces, foi confeccionado um dispositivo regulável para encaixe da peça, conforme ilustram as FIGURAS 18 e 19. As peças são posicionadas no dispositivo por meio de talhas pneumáticas evitando que o operador faça o levantamento de cargas.



FIGURA 17 – Modelo de bancada regulável



FIGURA 18 – Operador utilizando o dispositivo regulável para posicionamento das peças



FIGURA 19 – Dispositivo regulável para posicionamento das peças do mercado interno

Elaborou-se treinamentos para capacitar os operadores no uso correto dos recursos e conscientizá-los sobre a importância da adoção de posturas corretas na execução da atividade.

A bancada regulável, a talha e o dispositivo para posicionamento das peças possibilitaram trabalhar com as peças a uma altura em relação ao solo de 75 cm, melhorando a condição relativa às posturas e eliminação do levantamento de cargas. A classificação das posturas após a implementação das melhorias está relacionada nos QUADROS 12 e 13.

POSTO DE TRABALHO	POSTURA	FATORES	ÍNDICES	CLASSE
Linha Carrossel	3	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	2	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	0	
	4	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	2	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	0	
	6	DORSO:	2	2
		BRAÇO:	1	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	1	
	9	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	1	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	0	
10	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	3		
11	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	1		
13	DORSO:	2	2	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	2		
	CARGA:	0		
15	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	0		
16	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	0		

QUADRO 12 – Classificação das posturas após implementação das recomendações (linha carrossel)

POSTO DE TRABALHO	POSTURA	FATORES	ÍNDICES	CLASSE
Mercado interno	1	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	2	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	0	
	2	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	2	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	0	
	5	DORSO:	2	2
		BRAÇO:	1	
		PERNAS:	1	
		CARGA:	1	
	7	DORSO:	1	1
		BRAÇO:	1	
PERNAS:		1		
CARGA:		1		
8	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	1		
12	DORSO:	2	2	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	0		
14	DORSO:	1	1	
	BRAÇO:	1		
	PERNAS:	1		
	CARGA:	0		

QUADRO 13 – Classificação das posturas após implementação das recomendações (mercado interno)

Após a implementação das recomendações, percebe-se melhoria na classificação das posturas e eliminação de 100% das posturas críticas (classes 3 e 4), conforme relacionado no QUADRO 14 e no GRÁFICO 1.



POSTO DE TRABALHO	POSTURA	CLASSE	
		ANTES	DEPOIS
Mercado interno	1	3	1
	2	2	1
	5	2	2
	7	2	1
	8	2	1
	12	2	2
	14	2	1
Linha Carrossel	3	4	1
	4	2	1
	6	2	2
	9	2	1
	10	3	1
	11	2	1
	13	2	2
	15	3	1
	16	1	1

QUADRO 14 – Classificação das posturas antes e após a implementação das melhorias

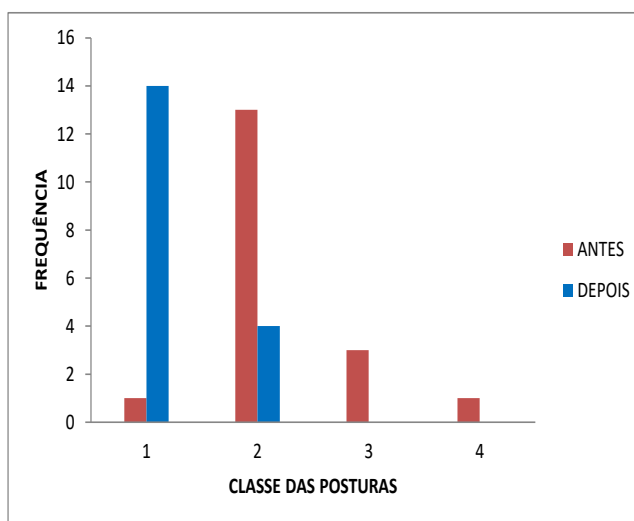


GRÁFICO 1 - Representação gráfica das posturas antes e após a implementação das melhorias

## 5. Conclusão

Com a realização da AET foi possível identificar e avaliar causas e riscos da tarefa de acabamento das peças fundidas para a saúde do trabalhador que, conseqüentemente pode afetar a produtividade. O método OWAS identificou a necessidade de intervenção em algumas tarefas necessárias para o acabamento das peças fundidas. O posto de trabalho crítico em relação à questão da postura foi a linha carrossel, indicando a necessidade de intervenção urgente. Já no mercado interno algumas posturas requerem intervenções a curto prazo.

A aplicação do método NIOSH, indicou que na linha carrossel são necessárias intervenções imediatas quanto ao levantamento das peças, pois a atividade desenvolvida pode ser prejudicial à saúde do trabalhador, podendo provocar lesões na coluna e membros superiores.

Entretanto, a implementação das recomendações possibilitou a eliminação do levantamento de cargas e a melhoria das posturas no trabalho eliminando 100% das posturas críticas. Isto contribuiu para preservação da saúde e aumento do nível de satisfação dos trabalhadores, da produtividade e qualidade dos produtos.

## Referências

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005. 614 p.

LAVILLE, A. *Ergonomia*. São Paulo, SP: EPU ; EDUSP, 1977. 99 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Manual de Aplicação da NR 17 Ergonomia*. 2002. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/seg\\_sau/pub\\_cne\\_manual\\_nr17.pdf](http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_manual_nr17.pdf)>. Acesso em: 28 outubro de 2011.

TEIXEIRA, E. R. *Sistematização de procedimentos necessários a aplicação da ELN: estudo descritivo da relação entre o IL da equação revisada do NIOSH e a incidência de lombalgia numa amostra de trabalhadores*. 2004. 239 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

WATERS, T. *Equação NIOSH revista para a concepção e avaliação de tarefas de levantamento manual de cargas*. Instituto Nacional para a Segurança e Saúde Ocupacional. University of Wisconsin-Milwaukee. Editora: Cincinnati, Ohio, 1993.

WISNER, A. *Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica*. São Paulo: FTD: Obore, 1987. 189p.