

Análise ergonômica de um posto de trabalho com a aplicação da equação de NIOSH

Peterson Diego Kunh (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) petersond@utfpr.edu.br

Eduarda Mioranza (UTFPR) eduardamioranza@gmail.com

Vitória Domingues Deliberti (UTFPR) deliberti@alunos.utfpr.edu.br

Lucas Duarte Soares (Universidade Estadual do Oeste do Paraná) lucas.2012@alunos.utfpr.edu.br

Resumo: A ergonomia é um campo de estudo que tem como principal propósito tornar a relação homem-máquina a mais confortável possível, usando de diversos métodos para adequar os ambientes e os postos de trabalho aos trabalhadores, nunca o contrário, aumentando a satisfação dos mesmos e a produtividade da empresa. Na ergonomia, um dos aspectos principais e uma das ferramentas de estudo mais utilizadas é enquanto aos movimentos feitos pelos trabalhadores em suas funções. Em muitos postos de trabalho que precisam de um certo esforço físico está presente o levantamento de movimentação de cargas dentre as funções. Esse levantamento de peso está diretamente ligado ao esforço que o trabalhador faz, sua frequência e principalmente o quanto que tal carga pesa. Uma das ferramentas da ergonomia em relação a levantamento de peso é a equação de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), através dela é possível calcular o peso máximo que um único trabalhador pode manusear de acordo com diversos aspectos, como a altura do levantamento, sua frequência, em relação a pega etc. O presente artigo traz a aplicação da equação de NIOSH em um posto de trabalho onde são repostos alimentos em prateleiras.

Palavras chave: Ergonomia, equação, levantamento de carga, NIOSH.

Ergonomic analysis of a job with an application of the NIOSH equation

Abstract: Ergonomics is a field of study whose main purpose is to make the human-machine relationship as comfortable as possible, using different methods to adapt environments and jobs to workers, never the opposite, increasing their satisfaction and productivity. In ergonomics, one of the main aspects and one of the most used study tools is while the movements made by the workers in their functions. In many jobs that need a certain physical effort is present the survey of movement of loads among the functions. This weight bearing is directly related to the effort that the worker makes, its frequency and especially how much that load weighs. One of the tools of ergonomics in relation to weight lifting is the NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) equation, through which it is possible to calculate the maximum weight that a single worker can handle according to several aspects, such as the height of the frequency, in relation to the handle etc. The present article brings the application of the NIOSH equation to a work station where food is replenished on shelves.

Key-words: Ergonomics, equation, load lifting, NIOSH.

1. Introdução

O objetivo deste artigo é demonstrar o uso da ferramenta da equação de NIOSH em um posto de trabalho real, e mostrar a efetividade da equação para tornar mais confortável a vida do trabalhador que faz uso do manuseio de carga em suas funções. De acordo com Dul & Weerdmeester (1995), a Ergonomia estuda vários aspectos ligados ao trabalho ou ao cotidiano das pessoas: a postura e os movimentos corporais, fatores ambientais, dispositivos de controle e informação etc.

Uma das principais preocupações na ergonomia é enquanto a saúde do trabalhador e dentro

dela é possível analisar diversos postos de trabalho com diversas ferramentas diferentes, o levantamento de carga influencia diretamente a saúde do trabalhador pois durante tais movimentos articulações, ligamentos e nervos são utilizados e com o passar do tempo e aumento da frequência tais partes do corpo são gastas, levando a doenças e até a danos irreversíveis.

O método de análise que dispomos foi a equação NIOSH, que tem como função calcular o peso máximo recomendado para o manuseio de carga de acordo com as condições em que acontece tal levantamento, afim de que com o peso certo, os danos físicos aos trabalhadores diminuam, aumentando sua produtividade e a produtividade da empresa. Para usar o método, necessitamos de dados sobre o trabalhador em relação a carga, de acordo com a altura do levantamento da carga, da diferença entre altura inicial e final da carga, do ângulo de torção do dorso e outros aspectos, é possível fazer a análise completa do movimento.

A coleta de dados foi feita em uma função que demanda manuseio de cargas praticamente o tempo todo nas funções, que é a função de repositor de mercadorias em um mercado, trabalhando nessa função o tempo todo em pé. Essa análise tem como principal objetivo comparar o quanto de peso seria o recomendado para o movimento e o quanto realmente estaria sendo manuseado.

2. Fundamentação teórica

Segundo o artigo “Análise ergonômica de um posto de trabalho mediante a aplicação da equação do NIOSH- um estudo de caso. A ergonomia é uma ciência evidentemente importante na hora de avaliar uma atividade em qualquer que seja o posto de trabalho, ela abrange um tema que ainda é muito discutido e estudado, dentro da ergonomia há o método NIOSH que trabalha especificamente o levantamento de peso e movimento com este.

O artigo ressalta que o objetivo do trabalho é avaliar se o funcionário estudado estaria levantando peso além do que deveria, no presente trabalho, além da verificação do peso levantado pelo funcionário é avaliado com cautela a postura a qual o funcionário se posiciona ao se abaixar e levantar com a carga.

Segundo os alunos da UNESP, no artigo é abordado que o peso excessivo que passa do limite suportado pela saúde do trabalhador, é uma das maiores causas de doenças na coluna vertebral. Este trabalho, além de apresentar essa preocupação com o peso em si, terá uma abordagem maior, aderindo ao fato da postura do trabalhador ser também uma grande causa de danificação a própria saúde.

Em convicção, os dois estudos terão a utilização da equação de NIOSH como base:

$$“LPR = 23 \times CH \times CV \times CD \times CA \times CF \times CM$$

CH – coeficiente de distância horizontal; CV – coeficiente de altura; CD – coeficiente de deslocamento vertical; CA – coeficiente de assimetria; CF – coeficiente de frequência; CM – coeficiente de pega (manuseio)”.

(AGNELLI; ROSA; PRADO, 2006, p. 02).

É concluído através do método que a carga ideal levantada por um trabalhador pode ser de até 23 kg.

Assim como no trabalho realizado pelos alunos da UNESP, também foi avaliado as condições existentes para o funcionário selecionado.

Já segundo a INDEVA, é necessário ser utilizadas formas de identificar erros e danos na produção, para não ocasionar problemas maiores. A fonte trata a avaliação individual do trabalhador com sendo mais eficaz, esta avaliação é considerada própria apenas para funcionários de linha de produção, e conceitua seus resultados por:

“Verde – Aceitável: Nenhuma ação é requerida, mas precisa manter controles existentes.

Amarelo – Possibilidade de Melhoria: Referente ao risco de ferimento relacionado ao esforço, devendo ser realizadas ações de melhorias.

Vermelho – Priorizar melhorias: Referente ao risco de ferimento relacionado ao esforço, tendo a necessidade de implementar melhorias prioritariamente. (INDEVA, 2013)”.

É indicado ainda, soluções de fácil aplicação, como, observar entre os multiplicadores da equação de NIOSH qual está fora do comum para poder de alguma forma alterar este resultado, evitar o aumento do valor do LI, entre outros.

3. Metodologia

O levantamento de cargas é um dos principais causadores de doenças por esforço repetitivo e diversas doenças na coluna, outros fatores porém estão inclusos, como nos movimentos de puxar ou empurrar cargas e as posturas inadequadas no momento de tais levantamentos ou durante o manuseio.

De acordo com o Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17, o National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH desenvolveu em 1981 (NIOSH, 1981) uma equação para analisar o manuseio de cargas durante a execução de um trabalho. Seu objetivo era criar uma ferramenta para poder identificar os riscos de doenças à coluna associados à carga com que o trabalhador era obrigado a transportar em suas funções e recomendar um limite de peso adequado para cada tarefa, para que o índice de doenças lombares diminuíssem na população.

Em 1991, a equação foi revista e novos fatores foram introduzidos: a manipulação assimétrica de cargas, a duração da tarefa, a frequência dos levantamentos e a qualidade da pega. Suas duas versões foram elaboradas levando em consideração três principais critérios: o biomecânico (em relação ao estresse a região lombo-sacra), o critério fisiológico (em relação a fadiga causada por movimentos repetitivos) e o critério psicológico (em relação a percepção do trabalhador quando a frequência de seis movimentos é aumentada)

A revisão da equação, realizada pelo comitê do NIOSH no ano de 1994 (WATERS, T. R e outros, 1994) completa a descrição do método e as limitações de sua aplicação. De acordo com esta última revisão, a equação do NIOSH para o levantamento de cargas determina a carga limite recomendada (CLR) desta forma:

$$LPR = 23 \cdot \frac{25}{H} \cdot (1 - (0,003 \cdot |V - 75|)) \cdot \left(0,82 + \left(\frac{4,5}{D}\right)\right) \cdot (1 - (0,0032 \cdot A)) \cdot F \cdot C$$

Onde:

LPR- Limite de Peso Recomendado;

H- distância horizontal entre uma linha imaginária no ponto médio dos tornozelos e o centro da carga;

V- distância vertical do centro da carga e o solo;

D- diferença entre a altura inicial da carga e a altura final;

A- ângulo entre o eixo do dorso e o eixo do movimento;

F- multiplicador de frequência;

C- multiplicador da pega.

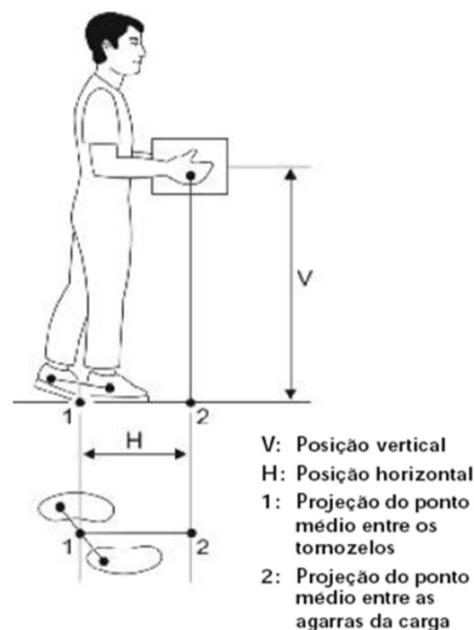


Figura 1- Multiplicadores da equação

A partir desses valores referenciais, os coeficientes CH , CV e CD são calculados com as seguintes equações:

$CH = 25/H$, para $25\text{cm} \leq H \leq 63\text{cm}$. Se $H > 63\text{cm}$ pode haver perda de equilíbrio e, neste caso, $CH = 0$. Para $0 \leq H \leq 25\text{cm}$, $CH = 1$.

$CV = (1 - 0,003 |V - 75|)$, para $0 \leq V \leq 175\text{cm}$. Nota-se, por esta equação que $CV = 1$ quando $V = 75\text{cm}$. Se $V > 175\text{cm}$, então $CV = 0$.

$CD = 0,82 + 4,5/D$, para $25\text{cm} \leq V \leq 175\text{cm}$. Se $D > 175\text{cm}$, então $CD = 0$. Para $0 \leq D < 25\text{cm}$, $CD = 1$.

O coeficiente CA é calculado a partir da seguinte equação: $CA = 1 - 0,0032 A$, para $0^\circ \leq A \leq 135^\circ$, sendo A o valor da assimetria do movimento corporal, ou seja, o ângulo formado entre o eixo frontal do trabalhador e a posição lateral em que a carga é manuseada.

Se $A > 135^\circ$, então $CA = 0$.

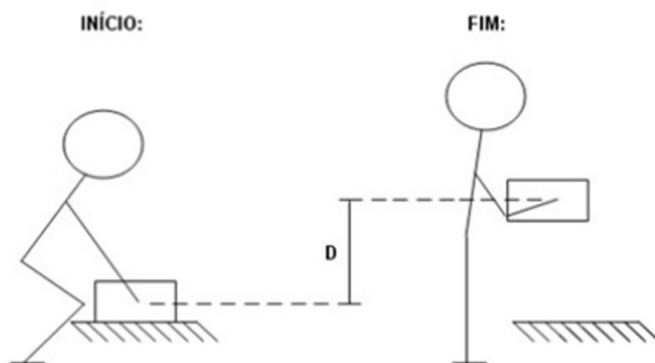


Figura 2 - Multiplicador de distância

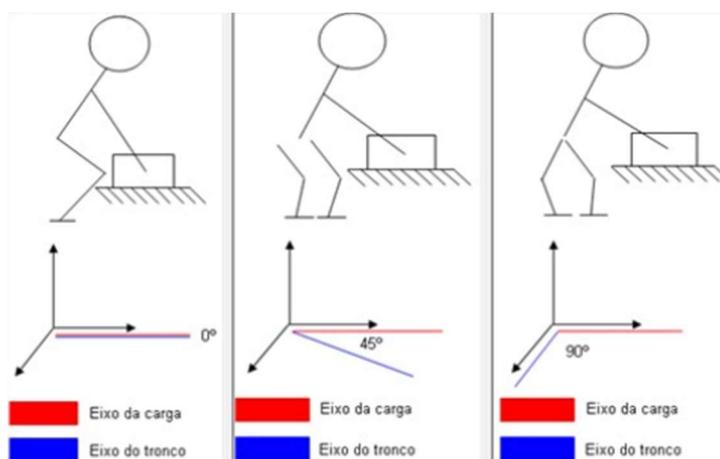


Figura 3 - Multiplicador de assimetria

FREQUÊNCIA	DURAÇÃO DA ATIVIDADE CONTÍNUA					
	≤ 8 horas		≤ 2 horas		≤ 1 hora	
Levantamento(s) por minuto	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94
2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,41	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 1 - Multiplicador de frequência

As seis variantes da equação de NIOSH podem variar entre 0 e 1, de acordo as condições em que ocorre o levantamento. O caráter multiplicativo da equação faz com que o valor-limite de peso recomendado vá diminuindo à medida que se afasta das condições ótimas de levantamento. Observando a equação de NIOSH, conclui-se que o máximo valor que a carga de trabalho pode assumir, nas condições ideais, é de 23kg, ou seja, quando os seis coeficientes assumem o valor 1.

O levantamento de uma carga igual ao valor da constante de carga em condições ideais (23kg) seria realizado por 75% da população feminina e por 90% da masculina. Esta é a conclusão a que chegaram os pesquisadores do NIOSH, em estudo desenvolvido em 1981 (NIOSH, 1981) e na revisão da equação, realizada pelo comitê do NIOSH no ano de 1994 (WATERS, T. R e outros, 1994).

QP - QUALIDADE DA PEGA		
PEGA	V < 75	V ≥ 75
BOA	1,00	1,00
RAZOÁVEL	0,95	1,00
POBRE	0,90	0,90

DEFINIÇÕES:

PEGA BOA:

- # Presença de alça e/ou encaixe para os dedos, permitindo maior amplitude de movimento dos dedos.
- # Container ou caixa com bom local para preensão.

PEGA RAZOÁVEL:

- # Presença de alça e/ou encaixe para os dedos mas permite que os dedos fiquem no máximo a 90 graus.

PEGA POBRE:

- # Container ou caixa volumosa e/ou escorregadia.
- # Container ou caixa sem local para preensão.
- # Ausência de alça ou encaixe para os dedos.



Tabela 2 - Multiplicador de pega

4. Resultados da aplicação da ferramenta

Aplicando os conceitos básicos de NIOSH foi possível identificar que a postura utilizada pelo funcionário é inadequada, e isso pode ocasionar danos a sua saúde, veja na imagem abaixo:



Figura 4 - Levantamento de mercadoria

Ergonomicamente, as vestimentas utilizadas pelo funcionário podem ser inapropriadas para o serviço proposto, o jeans por ser um tecido que não frouxa, dificulta e até desconforta o corpo ao se mover.

A pega ao levantar mercadorias é classificada em Boa, por carregar sua mercadoria de forma segura e que não venha causar desconforto e dores musculares. Veja a imagem a seguir:



Figura 5 - Pega razoável

Aplicando a equação de NIOSH: $LPR=23 \times 25/H \times (1-(0,003 \times |V - 75|)) \times (0,82 + (4,5/D)) \times (1-(0,0032.A)) \times F \times C$

Variáveis com dados coletados:

H = posição horizontal do objeto em relação ao corpo: 31 cm

V = localização vertical do objeto em relação ao chão: 72cm

D = Distância que o objeto é deslocado verticalmente: 39cm

A = ângulo de assimetria ou exigência de torção: 45°

F = Frequência e duração da atividade de levantamento 60 min. ao dia: 0,88

C = Acoplamento ou a qualidade da aderência: 0,95

$LPR= 23 * 25/H * (1 - 0,003 * |V - 75|) * (0,82 + (4,5/D)) * (1 - (0,0032 * A)) * F * C$

$LPR= 23 * 25/31 * (1 - 0,003 * |72 - 75|) * (0,82 + (4,5/39)) * (1 - (0,0032 * 45)) * F * C$

$LPR= 23 * 0,80645 * (0,997 * 3) * (0,82 + 0,1154) * (1 - 0,144) * F * C$

$LPR= 23 * 0,80645 * 2,9991 * 0,9354 * 0,856 * 0,88 * 0,95$

$LPR= 37,136Kg$

Com o resultado da equação, pode ser concluído então que o trabalhador está manuseando e levantando uma carga favorável às suas condições. Tendo em vista que o peso que ele carrega atualmente é de 20Kg



Figura 6 - Trabalhador segurando a mercadoria

5. Conclusão

Através do presente artigo podemos observar a aplicação do método e da equação de NIOSH em um caso real, em uma atividade relativamente corriqueira, comparando o valor limite recomendado, de acordo com o cálculo, e o real que o trabalhador carrega ao longo de sua tarefa. A equação de NIOSH tem algumas limitações enquanto a sua aplicação, por isso o uso dessa ferramenta para o estudo de levantamento manual de cargas deve ser feito se atentando muito aos detalhes e às variáveis. O uso de tal ferramenta pode ser feito em conjunto com outros métodos para promover uma análise mais completa e complexa da função.

Referências

AMARAL, F. G. O método NIOSH: método prático para avaliar cargas e o risco dorso-lombar associado. In: **CONGRESSO LATINO-AMERICANO E SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA** (2;6:1993: Florianópolis). Anais. Brasil, p. 240-247, 1993.

AGNELLI, N.; ROSA, B. N.; PRADO, I. A.; Análise ergonômica de um posto de trabalho mediante a aplicação da equação do NIOSH- um estudo de caso. **XIII SIMPEP**: São Paulo, 2006.

TKS/INDEVA-BR. NIOSH- **EQUAÇÃO DE LEVANTAMENTO**. Disponível em: <http://indevagroup.com.br/niosh-equacao-de-levantamento/>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

FERRAMENTAS ERGONÔMICAS – NIOSH. **Top Ergonomia, 2008**. Disponível em: < <http://topergonomia.com.br/publicacoes/ferramentas-ergonomicas-niosh/>>. Acesso em: 02, julho e 2019.

NR 17 - **NORMA REGULAMENTADORA 17**. Guia Trabalhista. Disponível em: < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso em: 02, julho e 2019.