

## **AJUSTE ERGONOMICO PARA CARRINHOS DE MÃO, JERICAS E PADIOLAS NO CANTEIRO DE OBRAS**

**Higo Braga DA SILVA (1); Leandro Ferreira DA SILVA (2); Maria da Paz Medeiros FERNANDES (3)**

(1) CEFET-PB, Rua 1º de Maio, nº720, Jaguaribe CEP 58015-430 – João Pessoa - PB, e-mail: higobs@gmail.com

(2) CEFET-PB, e-mail: leofs\_87@hotmail.com

(3) CEFET-PB, e-mail: pazmedeiros@bol.com.br

### **RESUMO**

O presente trabalho busca aliar produtividade com a saúde do trabalhador da construção civil nas atividades que utilizam carrinho de mão, jericas e padiolas. Através de uma pesquisa de campo em canteiros de obras na cidade de João Pessoa, utilizando como instrumentos a entrevista estruturada e a observação sistemática, verificou-se que grande parte das queixas dos trabalhadores observados são dores, principalmente na coluna, causadas por posturas inadequadas e peso excessivo dos materiais transportados. Confeccionados de madeira ou ferro, geralmente em mau estado de conservação, nas obras onde se encontram, esses equipamentos seguem apenas um padrão de fabricação não se adequando as diferenças antropométricas dos operários. Assim, utilizando à física, foram estudadas as equações das forças envolvidas e desenvolvido o projeto de um ajuste que consiste em uma pequena barra perfurada fixada por um encaixe e com uma pequena trava para controle da altura. Na confecção do dispositivo pode ser utilizado material descartado no canteiro e sua própria mão de obra. Utilizando este simples dispositivo nesses meios de transportes de materiais, comprovou-se fisicamente a redução de esforços físicos do trabalhador e a melhora da postura do mesmo o que propicia saúde e produtividade.

**Palavras-chave:** ergonomia, ajuste, canteiro de obras, transporte de materiais, resíduos.

## **1. INTRODUÇÃO**

O objetivo prático da Ergonomia é a adaptação do posto de trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários, do meio ambiente às exigências do homem. A realização de tais objetivos, ao nível laboral, propicia uma facilidade do trabalho e um rendimento do esforço humano.

A Ergonomia é uma ciência, enquanto geradora de conhecimentos que pode ser enquadrada como tecnologia, por seu caráter aplicativo, de transformação. Apesar de algumas divergências conceituais, alguns aspectos são comuns as várias definições existentes. Como a aplicação dos estudos ergonômicos, a natureza multidisciplinar, o uso de conhecimentos de várias disciplinas, o fundamento nas ciências e na concepção do trabalho.

Na construção civil são inúmeros os descasos com o trabalhador, pois não há uma devida preocupação com ajustes de seus equipamentos, visto que cada operário tem medidas antropométricas distintas, proporcionando aos mesmos erros de posturas o que aliado a falta de treinamento provoca agravos ocupacionais relacionados a coluna vertebral.

Entre esses equipamentos que contribuem para essa problemática estão os carrinhos de mão, jericas e padiolas, objetos abordados por essa pesquisa. Confeccionados de madeira ou ferro, geralmente em mal estado de conservação nas obras onde se encontram, esses equipamentos possuem modelo seguem um padrão de fabricação sem ajustes não se adequando as diferentes características dos operários.

Baseado nesse problema foi desenvolvido um modelo ergonômico no sentido de adequar os equipamentos mencionados anteriormente as diferentes dimensões físicas do operário da indústria da construção.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A Ergonomia utiliza métodos e técnicas científicas para observar o trabalho humano.

A estratégia utilizada pela Ergonomia para apreender a complexidade do trabalho é decompor a atividade em indicadores observáveis (postura, exploração visual, deslocamento).

A partir dos resultados iniciais obtidos e validados com os operadores, chega-se a uma síntese que permite explicar a inter-relação de vários condicionantes à situação de trabalho.

Como em todo processo científico de investigação, a espinha dorsal de uma intervenção ergonômica é a formulação de hipóteses.

Segundo Leplat (2004) o pesquisador trabalha em geral a partir de uma hipótese, é isso que lhe permite ordenar os fatos". São as hipóteses que darão o status científico aos métodos de observação nas atividades do homem no trabalho.

A organização das observações em uma situação real de trabalho é feita em função das hipóteses que guiam a análise, mas também, segundo Guérin (2001) , em função das imposições práticas ou das facilidades de cada situação de trabalho.

Observando a concretagem de lajes nas obras de João Pessoa, verificaram-se problemas ergonômicos nos operários quanto na utilização dos meios de transportes de materiais (carrinhos de mão, jericas e padiolas). Dessa forma usando a 2ª Lei de Newton (HALLIDAY et al, 2006), verificamos um aumento proporcional da força em relação ao ângulo de inclinação do equipamento com o solo, tornando-se importante o conhecimento de um ângulo, onde tal proporcione uma dinâmica de movimentos dos membros superiores do trabalhador na atividade exercida, evitando fadiga muscular e DORT (doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho).

Segundo Halliday (2006) a soma vetorial de várias forças em um corpo origina outra, chamada Força Resultante. Quando o corpo está com velocidade constante sua Força Resultante é nula assim como a aceleração. Desta forma, em um plano inclinado (ver Figura 1) pode-se observar que a direção da força peso não acompanha a inclinação do plano, mas permanece vertical, enquanto que a força normal é perpendicular ao mesmo. Em virtude disto a força peso causa dois efeitos distintos: pressiona o corpo contra o apoio (assim como nos planos horizontais) e tende a deslocar o bloco pelo plano.

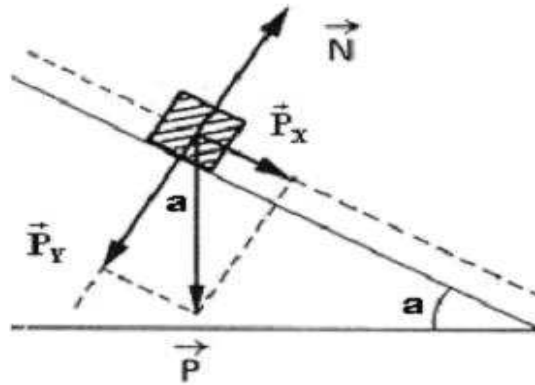


Figura 1 – Diagrama de forças em um plano inclinado

Para melhor relacionar estes efeitos às suas forças causadoras, a força peso é decomposta em duas componentes:

- a componente tangencial ao plano ( $P_x$ ), que desloca o corpo pelo plano;
- a componente normal ao plano ( $P_y$ ), que apoia o corpo contra o plano.

O módulo das componentes são calculados em função do peso e do ângulo de inclinação do plano ( $a$ ).

$$P_x = P \cdot \sin a \quad [\text{Eq.01}]$$

$$P_y = P \cdot \cos a \quad [\text{Eq.02}]$$

O mesmo acontece com o carro de mão. Levando para prática o conceito de Newton, tem-se:

- Massa do carro parado carregado de material = 80Kg.
- Aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $10\text{m/s}^2$

Neste sistema (ver Figura 2), temos uma força peso ( $P_c$ ), uma força normal de contato ( $N$ ), uma força de atrito ( $F_{at}$ ) e um esforço exercido pelo braço ( $F_1$ ):

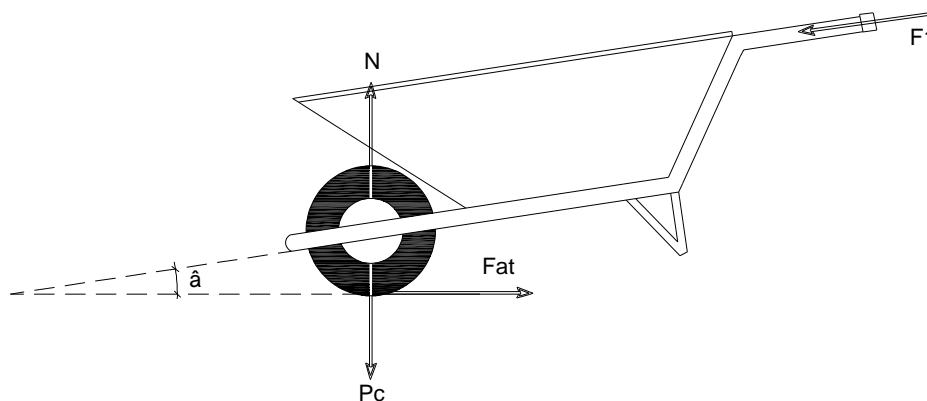
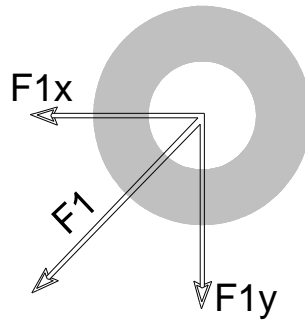


Figura 2 – Diagrama de forças atuantes no carro de mão

Como  $F_1$  está em um plano inclinado, sendo um vetor, podemos decompô-lo (ver Figura 3) em dois outros vetores  $F_{1x}$  e  $F_{1y}$ .



**Figura 3 – Decomposição vetorial de  $F_1$**

Onde:

- $\hat{\alpha}$  é o ângulo de inclinação do carro de mão (ver Figura 2);
- $F_{1x} = F_1 \sin \hat{\alpha}$  e  $F_{1y} = F_1 \cos \hat{\alpha}$ , são resultados da decomposição de  $F_1$ .

Considerando um plano cartesiano (X,Y):

No eixo x,

$$F_{at} - F_{1x} = m.a \quad [\text{Eq.03}]$$

No eixo y,

$$N - P_c - F_{1y} = m.g \quad [\text{Eq.04}]$$

Consideremos que o corpo está parado, tanto para o eixo x e y. Neste caso, as equações anteriores ficam:

$$F_{at} - F_{1x} = 0 ; N - P_c - F_{1y} = 0 \quad [\text{Eq.05}]$$

Logo:

$$F_{at} = F_{1x} = F_1 \sin \hat{\alpha} \quad [\text{Eq.06}]$$

$$N = P_c + F_{1y} = P_c + F_1 \cos \hat{\alpha} \quad [\text{Eq.07}]$$

Já que  $F_{at} = N \cdot \mu$  [Eq.08], com  $0 < \mu < 1$  um coeficiente de atrito.

Substituindo [Eq.06], [Eq.07] em [Eq.08], obtem-se:

$$F_1 \sin \hat{\alpha} = (P_c + F_1 \cos \hat{\alpha}) \mu \quad [\text{Eq.09}]$$

$$F_1 (\sin \hat{\alpha} - \mu \cos \hat{\alpha}) = P_c \mu \quad [\text{Eq.10}]$$

$$F_1 = P_c \mu / (\sin \hat{\alpha} - \mu \cos \hat{\alpha}) \quad [\text{Eq.11}]$$

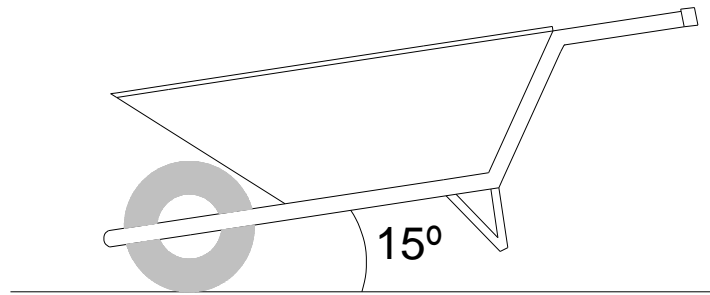
Atribuindo valores ( $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ) para a inclinação  $\hat{\alpha}$ . Considerando  $\mu$  no intervalo  $0 < \mu < 1$ ;  $\mu = 0,023$  e  $m = 80\text{Kg}$ , teremos:

1º CASO (ver Figura 4):

PARA  $\hat{\alpha} = 15^\circ \Leftrightarrow \sin 15^\circ = 0,26$ ;  $\cos 15^\circ = 0,97$ :

$P_c = m.g \Leftrightarrow P_c = 800\text{N}$ .

$$F1 = (800 \times 0,023) / (0,26 - 0,23 \times 0,97) \Leftrightarrow F1 = 77,41 \text{ N}$$

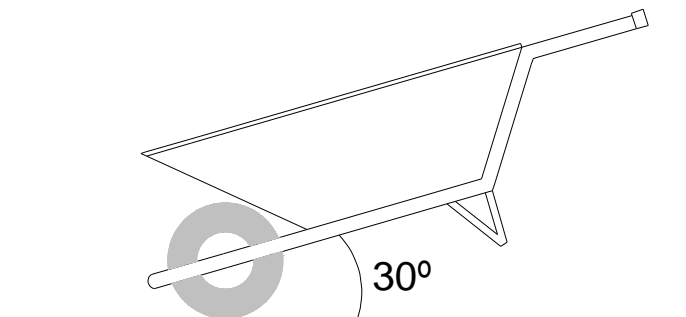


**Figura 4 – Inclinação 1º Caso**

2º CASO (ver Figura 5):

Para  $\hat{\alpha}=30^\circ \Leftrightarrow \text{Sen}30^\circ = 0,5$ ;  $\text{Cos}30^\circ = 0,87$ :

$$F1 = (800 \times 0,023) / (0,5 - 0,023 \times 0,87) \Leftrightarrow F1 = 38,33 \text{ N}$$

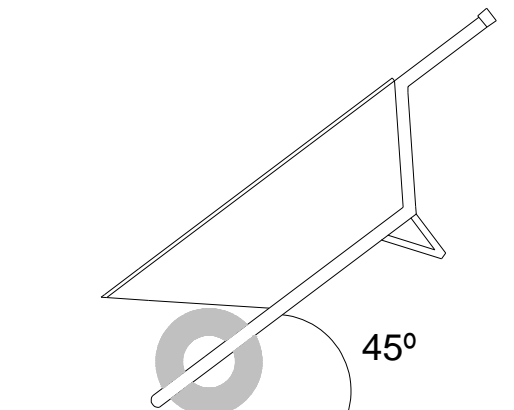


**Figura 5 – Inclinação 2º Caso**

3º CASO (ver Figura 6):

PARA  $\hat{\alpha}=45^\circ \Leftrightarrow \text{Sen}30^\circ = 0,71$ ;  $\text{Cos}45^\circ = 0,71$ :

$$F1 = (800 \times 0,023) / (0,71 - 0,023 \times 0,71) \Leftrightarrow F1 = 26,53 \text{ N}$$



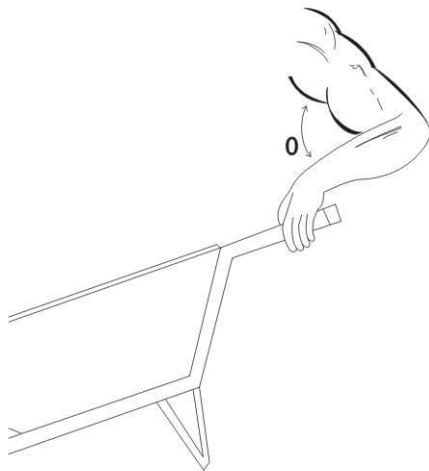
**Figura 6 – Inclinação 3º Caso**

Pode-se notar que a medida que ângulo  $\hat{\alpha}$  aumenta, o esforço realizado pelo braço do operário diminui. Daí se faz importante se obter um meio para ajustar esse ângulo, que será citado posteriormente.

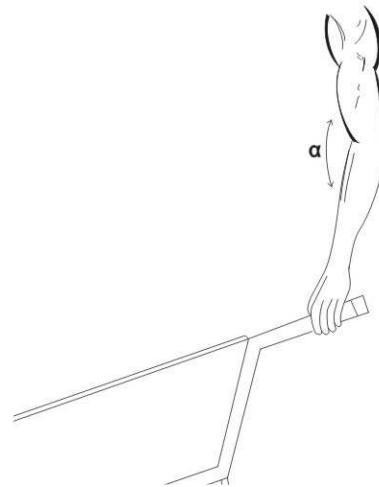
A respeito dos movimentos executados pelos braços, durante a atividade, pode-se concluir que existem dois tipos de trabalhos realizados.

As ilustrações abaixo mostram o braço em trabalho estático (ver Figuras 7 e 8). Segundo Halliday (2006) a estática é a parte da física que estuda sistemas sob a ação de forças que se equilibram. O trabalho estático é aquele que exige contração contínua de alguns músculos, para manter uma determinada posição. Tanto na

primeira quanto na segunda figura o braço está em constante solicitação (tanto contraído quanto tensionado) e esse tipo de esforço é altamente fatigante e, sempre que possível deve ser evitado.

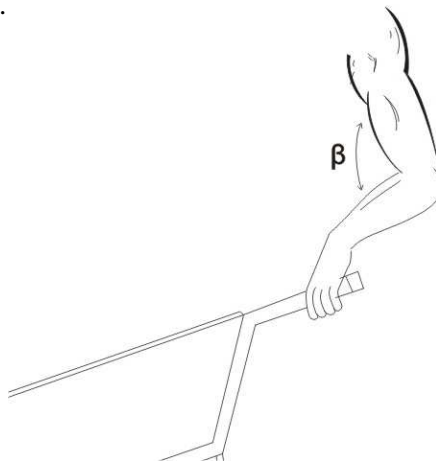


**Figura 7 – Braço contraído**



**Figura 8 – Braço tensionado**

A seguir é mostrado o posicionamento correto quanto ao braço do trabalhador (ver Figura 9). Esta posição permite movimentos dinâmicos. O termo dinâmica é provindo do grego dynamike, significa forte. Em física, a dinâmica é um ramo da mecânica que estuda as relações entre as forças e os movimentos que são produzidos por estas. O trabalho dinâmico é aquele que permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos, como na tarefa de martelar, serrar, girar um volante ou caminhar (GRANDJEAN, 2005). Na obra é comum o desnível do terreno ocasionando freqüentes solicitações dos músculos quanto ao carregamento de cargas. Essa posição permite que os braços sofram menos com o impacto devido a possibilidade de deslocamento do carrinho assim permitindo movimentos não prejudiciais aos músculos, articulações e principalmente a coluna vertebral.



**Figura 9 – Posicionamento correto**

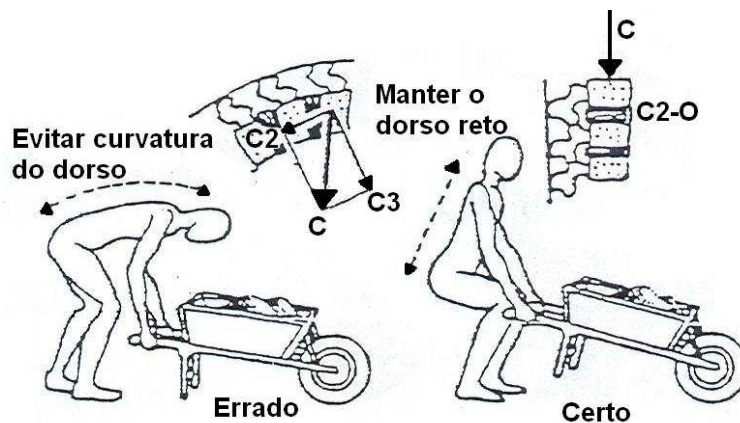
Durante a realização da atividade, segundo Lida (1990), também é necessário alguns cuidados quanto ao levantamento de cargas, resumindo, podem ser feitas as seguintes considerações práticas para o levantamento de cargas (ver Figura 10):

- Mantenha a coluna reta e use a musculatura das pernas, como fazem os halterofilistas.
- Mantenha a carga o mais próximo possível ao corpo, para reduzir o momento provocado pela carga.

- Procure manter as cargas simétricas, usando as duas mãos para evitar a criação de momentos em torno do corpo.
- A carga deve estar a 40 cm acima do piso. Se estiver abaixo, o carregamento deve ser feito em duas etapas. Coloque-a inicialmente sobre uma plataforma e depois a pegue em definitivo.
- Antes de levantar um peso, remova todos os obstáculos que possam atrapalhar os movimentos.

Da mesma forma que no caso de levantamento de cargas, durante o transporte manual de cargas, a coluna vertebral deve ser mantida, o máximo possível, na vertical. Deve-se também evitar pesos muito distantes do corpo ou cargas assimétricas, que tendem a provocar momento, exigindo um esforço adicional da musculatura dorsal para manter o equilíbrio. Manter a carga na vertical é fundamental, pois o centro de gravidade da carga passará, o mais próximo possível, pelo eixo longitudinal (vertical) do corpo. Nesse aspecto, vê-se o acerto dos povos primitivos e gente do interior, que carregam pesos diretamente colocados sobre a cabeça.

Para colaborar ainda mais com a coluna vertebral recomenda-se que o meio de transporte (carrinhos ou jericas) esteja em um plano inferior ao plano da argamassa, assim evitando uma maior curvatura da coluna quando do lançamento manual do material. Esse plano inferior deve conter boas inclinações em seus acessos, para com facilidade, o usuário poder sem maiores esforços retirar o meio de transporte deste plano.



**Figura 10 – Posicionamento correto para levantamento de cargas (LIDA – pag. 95, 1990)**

Toda a carga sobre a coluna vertebral deve ser colocada na direção do seu eixo (vertical), para se evitar componentes de forças perpendiculares ao mesmo (LIDA, 1990).

Recomenda-se ainda a prática da ginástica laboral, ginástica essa essencial no trabalho. Bergamarchi (2002) a definiu como uma série de exercícios físicos aplicados no próprio local de trabalho, durante o expediente, que visam diminuir a fadiga física e mental produzida pela atividade laboral.

### **3. METODOLOGIA**

Podem-se agrupar as técnicas utilizadas em ergonomia em técnicas objetivas e subjetivas. Deve-se considerar que essas técnicas são aplicadas segundo um plano preestabelecido de intervenção em campo, com um dimensionamento da amostra a ser considerado em função dos problemas abordados.

Esta pesquisa utilizou uma fronteira de trabalho situada na concretagem das lajes, utilizando como instrumentos de pesquisa a entrevista estruturada e roteiro de observação sistemática com documentação fotográfica. Abordou-se o discurso dos operários empregando questionários, check-lists e entrevistas. Foram visitadas 4 obras envolvendo uma amostra de 10 operários.

Segundo Pavard (1985), o questionário é um método fácil e se presta ao tratamento estatístico, e, se corretamente utilizado, permite coletar um certo número de informações pertinentes para o Ergonomista.

#### 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Analisando os dados obtidos na pesquisa de campo, as dores nas articulações dos membros superiores e dores na coluna vertebral são os principais agravos a saúde no trabalho objeto de estudo (ver Figuras 11 e 12), os trabalhadores envolvidos na concretagem não possuem equipamentos adequados e nem treinamento quanto ao manejo adequado dos materiais e equipamentos empregados por eles na obra, causando as dores anteriormente mencionadas.



Figura 11 – Postura inadequada no manuseio da jerica (vista frontal)



Figura 12 – Vista posterior (detalhe arqueamento dorsal)

Conforme o preenchimento das entrevistas realizadas, segue tabulação dos dados (ver Figura 13).

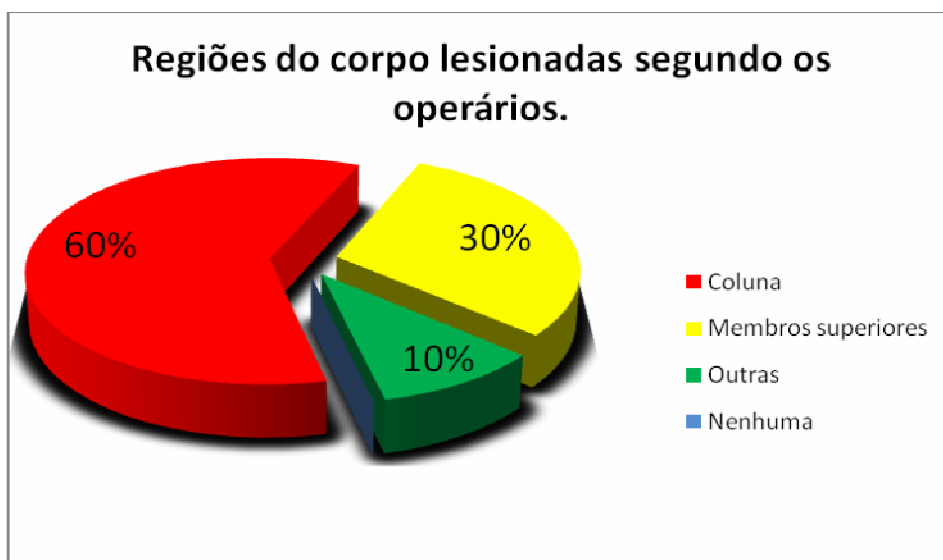


Figura 13 – Gráfico referente as entrevistas

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de explanar sobre os problemas causados pela falta de um modelo ergonômico para transporte de material no canteiro de obras, apresenta-se uma solução simples, de baixo custo e de uma grande eficácia para a atividade. Adequando o carro de mão ao usuário, criando um sistema de regulagem de altura que pode ser executado na própria obra.



Consiste em uma barra fina e perfurada, fixa por um encaixe no braço do equipamento (ver Figura 15), com pontas arredondadas (evitando assim acidente de cortes), cabos emborrachados para melhor manuseio, com uma pequena inclinação para baixo, evitando uma posição prejudicial à articulação dos pulsos e uma pequena trava para controle da altura (ver Figura 14).

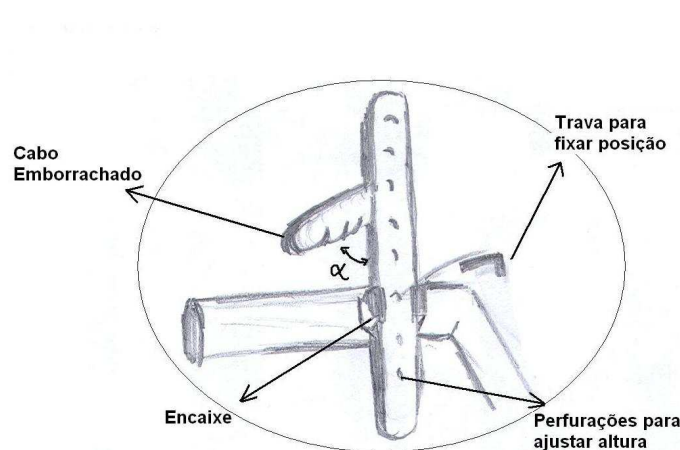


Figura 14 – Detalhe ajuste ergonômico

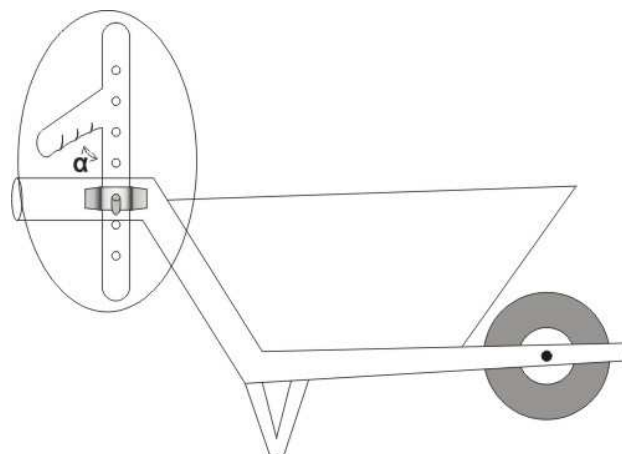


Figura 15 – Vista carrinho de mão com ajuste ergonômico

Assim observa-se como uma simples adaptação melhora a vida de um operário no que diz respeito a sua saúde, proporcionando inclusive aumento de produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L, G. *A ginástica laboral na prevenção da LER/DORT. Solução ou paliativo.* A BERGO - 2000.

BERGAMARCHI, Elaine Cristina; POLITO, Eliane *Ginástica Laboral - Teoria e Prática.* Rio de Janeiro-SPRINT 2002.

GRANDJEAN, Etienne *Manual de Ergonomia Adaptando o Trabalho ao Homem.* - ARTMED 2005

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J. & KERGUELEN, A. (2001). *Compreender o trabalho para transformá-lo. A prática da ergonomia.* São Paulo: Edgar Blücher Ltda.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física.* 7 a. ed. Rio de Janeiro - 2006

LEPLAT, J. *Aspectos da complexidade em ergonomia.* In: DANIELLOU, F. (coord). *A ergonomia em busca de seus princípios.* São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

LIDA, Itiro. *Ergonomia projeto e produção.* Ed Edgard Blücher Ltda. 1990