

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA

ALINE CÄSAR DE LACERDA

**AS POSTURAS ESTEREOTIPADAS E A SOBRECARGA
MUSCULAR NO OPERADOR DE BETONEIRA COMO
FATORES DE RISCO PARA LOMBALGIA**

Belo Horizonte

2010

ALINE CÄSAR DE LACERDA

**AS POSTURAS ESTEREOTIPADAS E A SOBRECARGA
MUSCULAR NO OPERADOR DE BETONEIRA COMO
FATORES DE RISCO PARA LOMBALGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ergonomia da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ergonomia.

Orientador: Eugenio Hatem Diniz

Belo Horizonte

2010

Lacerda, Aline Cäsar de.

L131p As posturas estereotipadas e a sobrecarga muscular no operador de betoneira como fatores de risco para lombalgia [manuscrito] / Aline Cäsar de Lacerda – 2010.
36 f.: il.

Orientador: Eugenio Hatem Diniz.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Produção.
Bibliografia: f. 35-36

1. Ergonomia. 2. Dor lombar. I. Diniz, Eugenio Pacelli Hatem, II. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Produção. III. Título.

CDU: 65.015.11

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Programa de Pós graduação em Ergonomia

Monografia intitulada “*As posturas estereotipadas e a sobrecarga muscular no operador de betoneira como fatores de risco para a lombalgia*”, de autoria da aluna Aline Cäsar de Lacerda, apresentada para a banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Ms. Eugenio Hatem Diniz – Orientador

Prof. Ms. Adson Eduardo Resende

Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima
Coordenador do Curso de Especialização em Ergonomia

Belo Horizonte

2010

RESUMO

As tarefas desempenhadas nos canteiros de obra são realizadas, na maioria das vezes, manualmente e requerem diversos graus de esforço, incluindo levantamento de peso e transporte de materiais podendo ocasionar lesões osteomusculares, como a lombalgia. O objetivo deste estudo foi compreender como aspectos relativos à organização do ambiente físico e os instrumentos utilizados pelo operador de betoneira determinam a adoção de posturas anômalas, interferindo nas estratégias utilizadas para minimizar o esforço físico e aumentando o risco de lombalgias. Procurou-se identificar os principais fatores de risco para lombalgia no operador levando-se em consideração suas tarefas e atividades. O estudo foi realizado em uma obra comercial de construção civil, na cidade de Nova Lima (MG), devido às queixas de dor lombar do trabalhador. A análise ergonômica do trabalho (AET) foi utilizada para conhecer e estudar as situações vivenciadas pelo trabalhador e, a partir desse conhecimento, foram propostas ações de melhoria, com o objetivo de minimizar os desgastes do trabalho. Os resultados evidenciaram que a atividade do operador não se limita a produção de massas. Aspectos como a localização da betoneira, a altura dos sacos de cimento armazenados, altura da betoneira, nível de água do tambor, dimensionamento da sala de cimento e instrumentos utilizados para a produção de massa, determinam a adoção de posturas inadequadas. O operador encontra-se exposto a riscos como o levantamento manual de carga, empurrar cargas, manutenção de posturas estereotipadas em flexão anterior com ou sem rotação de tronco, que são relacionados na literatura com o desencadeamento de lombalgias. A partir da análise foram sugeridas intervenções relativas ao ambiente físico, abordando o *layout* e instrumentos utilizados pelo operador, assim como intervenções relativas à organização do trabalho.

Palavra-chave: ergonomia, construção civil, lombalgia, postura.

ABSTRACT

The tasks performed in the construction sites require a great effort, including heavy lifting and frequent manual material handling, which may cause musculoskeletal injury such as the low back pain. The aim of this study was to understand how aspects such as the organization of the construction site and the instruments used by the concrete mixer operator can determine the adoption of an awkward posture, intervening in strategies used to minimize the physical effort and also increasing the risk of low back pain. To identify the main risks of low back pain in the operator, his tasks and activities were considered. This study was realized in a construction site of a commercial building, in Nova Lima, due to the low back complaints of the concrete mixer operator. The Ergonomic Analysis was used to understand and to study the situations experienced by the operator and, from this knowledge, it was proposed conditions to minimize the side effects of the work. The results revealed that the operator's activity is not limited to the concrete's production. Aspects such as the location of the concrete mixer, the height of cement bags storage, the height of the concrete mixer, the reduced area of the cement storage room and the instruments used for the concrete's production determine the adoption of uncomfortable postures. The operator is exposed to many risks such as manual lifting, pushing heavy materials and adoption of awkward postures such as anterior flexion associated or not to the rotation of the trunk, which are associated in the literature as causes of the low back pain. Therefore it was possible to elaborate improvement suggestions in the organization of the construction site, in the layout, in the instruments used, and also interventions related to the work organization.

Key word: ergonomics, construction work, low back pain, posture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Fotografia do operador realizando flexão anterior de tronco de 70° ao manusear saco de cimento.....	19
Figura 2.	Fotografia do operador posicionando saco de cimento na pilha.....	22
Gráfico 1.	Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no <i>layout 1</i>	21
Gráfico 2.	Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no <i>layout 2</i>	21

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MÉTODOS E TÉCNICAS.....	11
3. RESULTADOS.....	13
3.1. Características do operador de betoneira.....	13
3.2. A dinâmica do trabalho do operador no canteiro de obras.....	13
3.3 Análise da atividade do operador: os determinantes e agravantes para o surgimento de lombalgias.....	16
3.3.1 Instrumentos utilizados pelo operador na produção da massa.....	16
3.3.2 As exigências físicas na atividade do operador durante a produção de massas.....	18
3.3.3 A organização da sala de cimento: um agravante na atividade do operador.....	21
4. DISCUSSÃO.....	24
5. RECOMENDAÇÕES.....	28
5.1 Recomendações relativas ao ambiente físico de trabalho: <i>layout</i> e instrumentos.....	28
5.2 Recomendações relativas à estrutura organizacional.....	31
5.3 Recomendações relativas à organização do trabalho.....	31
6. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é de notável importância para a economia do Brasil (DIEESE, 2002), mas quando comparada a outros setores produtivos, ainda apresenta resistência às inovações tecnológicas e organizacionais. Grande parte do processo de trabalho na construção civil é caracterizado pela utilização do trabalho manual, pouco mecanizado, onde são exigidas tarefas árduas e complexas (FONSECA; LIMA, 2007).

Considerando essas características, o trabalhador deste ramo encontra-se em situações frequentes de risco de lesões osteomusculares relacionadas ao trabalho. Esses trabalhadores são responsáveis por executar diferentes tarefas com alta exigência física como a operação de máquinas pesadas, carga e descarga de materiais de construção, mistura e colocação de concreto e limpeza e preparação dos locais da construção. A atividade no canteiro de obras, caracterizada como um trabalho pesado, expõe os trabalhadores a fatores de risco ergonômicos como a adoção de posturas anômalas, levantamento frequente de cargas e movimentos repetitivos ocasionando o uso excessivo da musculatura e desencadeando doenças ocupacionais (GOLDSHEYDER, 2004; HESS, 2004). Apesar das lesões possuírem uma origem multifatorial, destacando-se em sua origem fatores psicossociais, individuais e ocupacionais, os fatores biomecânicos podem ser considerados primordiais para a manifestação inicial da lesão (VASCONCELOS, 2000).

Dentre as diversas lesões osteomusculares que podem ser encontradas nesses trabalhadores, a dor na coluna lombar constitui um dos principais problemas da construção, uma vez que as demandas físicas intensas no trabalho contribuem para um risco aumentado as doenças da coluna lombar para estes trabalhadores. (GOLDSHEVDER, 2002)

A coluna vertebral é um segmento complexo de sustentação, equilíbrio, postura e movimento, e funcionalmente significativo do corpo humano, constituída de elementos individuais unidos entre si por articulações, conectados por fortes ligamentos e suportados dinamicamente por uma poderosa massa musculotendinosa (HALL, 2000). A dor na coluna lombar é referida como lombalgia,

de causa multifatorial, e é considerada um dos sintomas mais comuns das disfunções da coluna vertebral. A lombalgia constitui uma causa frequente de morbidade e incapacidade, sendo uma disfunção que acomete ambos os sexos, podendo variar de dor súbita à dor intensa e prolongada, porém com padrão de recorrência em 30 a 60% dos casos quando relacionados ao trabalho (MARRAS, 2000).

O levantamento ou transporte manual de carga, vibração de corpo inteiro, inclinação ou rotação frequentes do tronco e trabalho físico pesado são os fatores de risco para lombalgia mais citados na literatura especializada (NRC & IM, 2001; FERNANDES, 2004), além de tarefas como puxar e empurrar cargas (KNAPIK; MARRAS, 2009; LETT; McGILL, 2006). As exigências biomecânicas destas atividades provocam reações severas no organismo. Por isso, o estudo das forças estáticas e dinâmicas que agem sobre o corpo, assim como das posturas adotadas pelo trabalhador ao desempenhar determinada atividade torna-se importante e necessária para propor melhorias no trabalho.

A postura é um dos elementos da atividade do ser humano, sendo que a mesma pessoa adota posturas diferentes dentro do conjunto de tarefas que ela executa. Desta forma, através da postura, os segmentos corporais e músculos são preparados a partir de informações exteriores, com o objetivo de agir no ambiente (ASSUNÇÃO, 2004). Diferentes posições implicam diferentes respostas musculares, que são desejadas pelo trabalhador ao executar a sua tarefa. Um trabalhador diante da necessidade de elevar uma carga pesada irá adotar uma postura mais adaptada ao esforço para executar aquela tarefa e, assim, o conforto postural pode ser alterado para se atingir os objetivos daquela ação. As posturas consideradas inadequadas, como as torções e as flexões da coluna podem estar relacionadas com as diferentes dimensões dos instrumentos do trabalho e as dimensões do trabalhador, e provocam diferentes demandas físicas entre os diversos indivíduos, levando a sobrecargas musculares e surgimento de sintomas osteomusculares (ASSUNÇÃO, 2004; COURY; PADULA, 2002).

A análise da postura adotada pelo trabalhador deve buscar identificar seus determinantes. Para se entender os motivos pelos quais o trabalhador assumiu determinada postura, é necessário analisar as interações ente o ser humano e o

trabalho e as possíveis consequências que implica a partir dos movimentos do sistema musculoesquelético.

A melhor compreensão destas interações se faz por meio da análise ergonômica do trabalho (AET), que procura conhecer e estudar as situações vivenciadas pelos trabalhadores para que, a partir desse conhecimento, sejam propostas ações de melhoria, com o objetivo de minimizar os desgastes do trabalho. A AET considera não apenas “o que” o trabalhador fez, mas também o “como” e “por que” ele age daquela maneira dentro do seu contexto de trabalho.

A preocupação quanto aos impactos negativos causados pelo setor da construção civil em relação às doenças ocupacionais relacionadas ao sistema de produção, leva a uma avaliação mais completa da atividade de trabalhadores deste ramo, para que possam ser realizadas adaptações ergonômicas mais precisas dos postos de trabalho. Considerando essa necessidade, o estudo surgiu de uma demanda espontânea de um engenheiro da área de qualidade e segurança do trabalho de uma empresa do ramo da construção civil industrial na cidade de Nova Lima, Minas Gerais, a partir de relatos de queixas de lombalgias nos operadores de betoneira ocorridos no ano de 2009. Foi realizada, a partir desta demanda, uma análise ergonômica do operador de betoneira, a fim de identificar os possíveis fatores de risco para o surgimento de lombalgias e propor medidas eficientes para eliminar ou minimizar esses riscos.

As observações abertas iniciaram-se em um canteiro de obras desta empresa em dezembro de 2009 e finalizadas em novembro de 2010. Durante esse período procurou-se identificar se haviam queixas de dor na região lombar pelo operador de betoneira, buscando compreender “como” ocorriam, em quais momentos da atividade estavam presentes e “por que” aconteciam, identificando também os fatores de risco para seu surgimento.

A análise ergonômica da atividade do operador permitiu evidenciar que a produção de argamassa, assim como outras atividades desempenhadas por esse trabalhador, como a organização de sacos de cimento, exigem tanto o esforço físico como a manutenção de posturas estereotipadas, que são adotadas devido às exigências da própria tarefa. Constatou-se que fatores como a localização da betoneira e dos

insumos, o transporte e manuseio dos insumos, o abastecimento da betoneira com os insumos, instrumentos utilizados na tarefa e o espaço restrito da sala de cimento, além da forma de armazenar os sacos de cimento, dificultam a adoção de estratégias que poderiam reduzir o esforço físico e evitar as posturas que são consideradas prejudiciais. Esses fatores resultam em momentos de hipersolicitação da musculatura lombar e poder gerar lesões.

O objetivo deste estudo foi então, compreender como aspectos relativos à organização do espaço físico e os instrumentos utilizados pelo operador determinam a adoção de posturas anômalas, interferindo nas estratégias utilizadas para minimizar o esforço físico e aumentando o risco de lombalgias. Neste estudo será dada ênfase nos fatores biomecânicos relacionados à tarefa do operador, em detrimento aos fatores organizacionais que podem também estar diretamente ligados ao risco de lesão neste trabalhador.

2 MÉTODOS E TÉCNICAS

O trabalho do operador de betoneira foi estudado utilizando-se os métodos da análise ergonômica do trabalho (AET), seguindo a metodologia proposta por GUÉRIN *et al.* (2001), para que as exigências de sua tarefa, assim como as estratégias adotadas pelo operador fossem entendidas. Tanto a participação do trabalhador no processo da análise quanto o estudo de campo em situação real são essenciais para a análise. O estudo das atividades do operário é a principal fonte de informações, e busca conhecer o funcionamento e as situações de trabalho tornando possível compreender os seus determinantes. Para aprofundar a análise da atividade, foi realizada a autoconfrontação. Esta permite que o trabalhador observe suas ações em situações de trabalho, esclarecendo tanto para os pesquisadores quanto para ele mesmo seus comportamentos e ações na realização das tarefas. Os resultados obtidos por meio da análise permitiram remodelar as situações de trabalho e propor ações que minimizam os desgastes do trabalho.

O estudo foi realizado em uma obra comercial de construção civil, de médio porte, com 100 empregados, na cidade de Nova Lima (MG). A população envolvida na tarefa de operar a betoneira é realizada por 1 (um) operador de betoneira. As observações abertas iniciaram-se no mês de dezembro de 2009 durante a fase de escavação de tubulões, e o trabalho de campo ocorreu durante o ano de 2010 na fase estrutural, perfazendo um total de 43 horas de observação de campo. Os dias e horários visitados foram distintos para que fossem observadas as atividades que não são diárias, mas que possuem impacto na atividade do operador, como a organização dos sacos de cimento.

Foram envolvidos no processo: 1 (um) técnico de segurança do trabalho, 1 (um) encarregado geral da obra, 1 (um) engenheiro de produção da área de qualidade e segurança, 1 (um) engenheiro da obra, 2 (dois) pedreiros, 1 (um) operador de betoneira e 1 (um) almoxarife.

A partir dos princípios ergonômicos foram adotados os procedimentos para o estudo. A coleta de dados na empresa, referentes tanto à organização quanto ao absenteísmo, tinham o intuito de aprofundar sobre a demanda apresentada. As

entrevistas, que foram gravadas, posteriormente transcritas e analisadas, apresentavam como objetivo obter uma visão geral da organização do trabalho. As observações sistemáticas e assistemáticas da atividade do operador de betoneira e o registro por meio de filmagens e fotografias durante a execução do trabalho permitiram compreender as etapas do trabalho do operador. As filmagens foram posteriormente autoconfrontadas com o trabalhador visando conhecer e entender as estratégias e modos operatórios praticados por ele durante seu trabalho.

Foram analisados os fatores biomecânicos do operador a partir das observações das situações de trabalho, considerando-se “o que” é prescrito para ele fazer e “como” ele responde àquela exigência do trabalho. A técnica utilizada para a análise bidimensional da postura adotada pelo operador foi a gravação de um vídeo do trabalhador executando a tarefa na posição de perfil. Por meio do programa Virtual Dub 1.6, foram selecionadas sequências de fotos, facilitando a ilustração das técnicas corporais empregadas pelo operador em atividade e a medição dos ângulos formados nas articulações. Através da análise das filmagens foi realizado um estudo detalhado dos gestos e movimentos adotados pelo operador, relacionando-os com as operações que ele realizava.

Para validação dos resultados e das recomendações, foram realizadas reuniões com o trabalhador envolvido na tarefa de operar a betoneira.

3 RESULTADOS

3.1 Características do operador de betoneira

O operador de betoneira está trabalhando no canteiro de obras estudado desde seu início em abril de 2009. Trabalha na função há quatorze anos, sempre na mesma empresa, sem rodízio de tarefas. Está atualmente com quarenta anos. Na obra estudada existe apenas 1 (um) operador, hierarquicamente subordinado ao encarregado e ao engenheiro civil. Ele é o responsável por produzir toda a massa (concreto, argamassa) que será utilizada na obra.

Para a função do operador existe um meio-oficial diretamente subordinado a ele. Apesar de ser prescrito pela empresa que este meio-oficial deveria auxiliar o operador durante a produção da massa, nas observações abertas verificou-se que não é sempre que isso ocorre. O encarregado geral é responsável por determinar a tarefa que o meio-oficial irá realizar durante o dia de trabalho. Portanto, quando algum funcionário se ausenta ou há demanda de trabalhadores em outra tarefa, o meio-oficial é deslocado da atividade da betoneira. Quando o meio-oficial é deslocado para outra tarefa, como auxílio na concretagem, não há como interromper o que está sendo feito para retornar à betoneira e auxiliar o operador. Caso estivesse em outra tarefa, como nas que são realizadas na serra circular, haveria a possibilidade de interromper e retornar ao seu trabalho na betoneira. A ausência desse ajudante aumenta a sobrecarga física do operador que terá que transportar peso e deslocar com carga sozinho para produzir a massa.

3.2 A dinâmica do trabalho do operador no canteiro de obras

A tarefa de operar a betoneira e produzir os diferentes tipos de massa é realizada exclusivamente pelo operador, podendo ser auxiliado pelo meio-oficial no transporte de insumos. Os pedreiros e eventualmente o encarregado fazem o pedido da massa

específica, e o operador irá produzir de acordo com o traço solicitado. A mistura dos vários componentes, em determinadas proporções são chamadas de dosagem ou traço, variando de acordo com a finalidade de uso e com as condições de aplicação.

Resumidamente, o operador abastece o tambor da betoneira com cimento. Com uma pá ele coloca a areia e a brita nas proporções certas de acordo com o traço prescrito. Com os insumos dentro da betoneira, o operador faz girar o tambor, acionando o motor para misturar os agregados. Coloca a água na mistura enquanto o tambor gira, calculando a quantidade necessária utilizando um balde. Após observar que a mistura dos agregados está pronta, o operador descarrega o concreto ou massa preparada, manipulando o comando de rotação do tambor no sentido inverso e deixa vazar a mistura através de calha, para possibilitar seu transporte e utilização.

A produção de massa irá variar de acordo com a fase da obra. O processo produtivo da construção de qualquer edifício é composto pelas principais etapas: fundação (escavação de tubulões), estrutura, elevação e acabamento. Neste estudo, a atividade do operador foi observada nas duas fases iniciais.

Este estudo iniciou na fase de fundação, onde acontecia a escavação de tubulões. Nesta fase são feitas as aberturas das valas de fundação e colocado o concreto nessas valas, formando as vigas de sustentação do prédio. Em edifícios de grande porte, como no caso deste estudo, geralmente é usado o concreto usinado, fornecido por empresas terceirizadas que são responsáveis também pelo seu lançamento, juntamente com os serventes. Quando é adotado este procedimento, o serviço do operador na betoneira é reduzido nesta fase. A massa que ele irá produzir será para pequenos retoques no concreto, ou para construção do canteiro de obras, como o espaço de convivência, sala de cimento e almoxarifado. O total de massas produzidos em uma semana é variável, mas em média são produzidos 4 (quatro) betoneiras de diferentes massas (concreto e argamassa) durante toda a semana.

O tempo de duração de cada fase varia para cada obra. No caso estudado foram aproximadamente 3 (três) meses para a fase de fundação. Durante este período o operador exerce outras atividades fora da betoneira. O encarregado define no dia de trabalho qual a tarefa a ser realizada, de acordo com a demanda de pessoal. As atividades são bastante diversificadas, mas nas observações globais foi verificado

que o operador exerce principalmente a limpeza do canteiro de obras, varrendo o canteiro e retirando materiais do chão para desprezá-los. Apesar de exigir uma menor força física por parte do operador, por não haver necessidade de transportar carga pesada, como os sacos de cimento, essas atividades exigem posturas semelhantes às da produção de massa. A postura ortostática é constante durante toda a jornada de trabalho e para realizar a limpeza o operador se mantém em leve flexão anterior de coluna. Não ocorre um descanso da musculatura que é hipersolicitada na produção de massa, não diminuindo, portanto o risco de lombalgias.

Foi observado também que dentre as atividades do canteiro de obras, a grande maioria exige o emprego de força física. Por isso há uma dificuldade em alternar a tarefa do operador com uma de menor impacto. Mas foi observado que, em alguns momentos, o almoxarife deve se ausentar do seu posto de trabalho, e não há ninguém para substituí-lo na entrega dos equipamentos de proteção individual dos outros trabalhadores. Essa poderia ser uma opção de tarefa de menor impacto, para promover o descanso da musculatura dorsal do operador, quando não houver demanda na betoneira.

A fase seguinte é a construção da estrutura que compreende os pilares, vigas e lajes. O concreto continua sendo produzido externamente e transportado até a obra pelo caminhão betoneira. Após a construção da terceira laje, foi iniciada a alvenaria dos primeiros andares. A partir deste momento, o trabalho do operador começa a ser intensificado. São feitas de 3 a 4 betoneiras de massa por dia. Quando não está fazendo a atividade na betoneira, o operador continua sendo designado a outras atividades principalmente a de limpeza. À medida que o prédio sobe, o trabalho do operador se intensifica, tornando-se continua a produção de massa. Ele inicia seu trabalho às 7h00min, fazendo uma pausa para o almoço de 11h00min às 12h00min, retornando até às 17h00min. Na última hora de trabalho ele se dedica à organização do espaço da betoneira e da sala de cimento, desprezando os sacos vazios e limpando o espaço. A partir desta fase o trabalho do operador é considerado crítico porque demanda posturas inadequadas e transporte de cargas frequentes durante toda a jornada de trabalho, aumentando o risco de lombalgias nestas fases da obra.

3.3 Análise da atividade do operador: os determinantes e agravantes para o surgimento de lombalgias

Durante as observações da atividade do operador foram identificados fatores que interferem de forma direta e indireta em seu trabalho, podendo ocasionar prejuízos na sua saúde. A maneira como cada um desses interage e se relaciona com o aumento do risco de lombalgia no operador será discutida a seguir.

3.3.1 Instrumentos e equipamentos utilizados pelo operador na produção da massa

Para produzir a massa o operador utiliza instrumentos específicos, com pesos e características que irão determinar a adoção de posturas e esforço físico diferentes. Os instrumentos utilizados pelo operador são a pá, o carrinho de mão e o balde de capacidade 10 litros e cada um deles irá exigir uma musculatura de forma diferente e interferir diretamente sobre o modo operatório e as estratégias do operador. Serão descritos abaixo cada um desses instrumentos assim como suas exigências.

A betoneira utilizada nesta obra tem capacidade para 400 litros, não possui rodas, ou seja, é fixa. Por isso ela deve ser colocada sempre em um terreno plano e fixada ao solo. A altura da boca da betoneira em relação ao solo é de 1,10 metro. Isso implica que o operador ao abastecê-la, tanto com areia e brita, quanto com o cimento deve fazer uma força física excessiva para elevar a carga a essa altura.

A pá é utilizada para encher o carrinho de areia e brita e descarregar o mesmo material na betoneira. Apresenta 1,20 metro de comprimento e 2 kg quando vazia. Para enche-la de areia ou de brita, o operador precisa fazer uma flexão anterior de tronco e extensão ao colocar o insumo no carrinho. Para manuseá-la ele segura com uma das mãos na extremidade do cabo e com a outra mão próxima à pá, onde há o maior peso. Isso diminui o torque e conseqüentemente a força necessária para elevar o peso que varia de acordo com a quantidade de insumo colocada na pá.

Esses movimentos de flexão anterior e extensão repetidos ou em excesso, especialmente com carga, solicitam a contração constante da musculatura dorsal e aumentam a probabilidade de incidência de hérnias de disco, ocasionando sintomas de dor (NRC & IM, 2001; FERNANDES; CARVALHO, 2000).

O balde é utilizado para colocar a água na mistura. A água fica armazenada em um tambor de 200 litros, com altura de 1,0 metro, posicionado ao lado da betoneira. Este tambor é enchido através de uma mangueira acionando-se a torneira. O próprio operador é responsável por manter esse tambor sempre cheio. O operador relata que outros funcionários da obra utilizam essa mesma água e que devido a isso o tambor pode encontrar-se vazio. Quando o nível da água está alto, até 70 centímetros de altura, não é necessário fazer nenhum movimento com a coluna para encher o balde. Porém, abaixo desta altura, é exigido do operador a flexão lateral ou anterior da coluna, aumentando o grau de flexão à medida que o nível de água abaixa.

O carrinho de mão apresenta 1 (uma) roda dianteira, a altura dos braços em relação ao solo é de 55 cm e o peso do carrinho vazio é de 10 Kg. É utilizado no transporte dos insumos (areia, brita e cimento) dos seus locais de armazenamento até a betoneira. Esse trajeto percorrido é de terreno irregular, e por isso é necessário uma inclinação anterior do tronco do operador acrescido de uma força física para vencer essa resistência do solo, quando o carrinho encontra-se carregado de insumos. O operador chega a transportar até 100 Kg neste carrinho. Quando o pneu do carrinho de mão encontra-se vazio a força necessária para vencer essa resistência aumenta, aumentando a sobrecarga física no operador. Por isso, o próprio operador é responsável por fazer a manutenção deste pneu, ao final do turno de trabalho, quando não há mais a produção de massas. O ato de empurrar e puxar carga são fatores de risco para desconforto musculoesquelético, principalmente para queixas na coluna lombar e por isso deve ser investigado (KNAPIK; MARRAS, 2009).

3.3.2 As exigências físicas na atividade do operador durante a produção de massas

Durante a realização de suas tarefas, o operador é exposto por diversas vezes a fatores de risco como o transporte e manuseio de carga pesada. Dentre as tarefas realizadas, a que foi considerada de maior risco é a produção de massa, principalmente a partir da fase estrutural da obra, uma vez que é realizada diariamente e que envolve tanto o transporte quanto o manuseio de cargas. Isso é observado tanto no manuseio dos sacos de cimento para o carrinho, quanto na colocação de areia e brita no carrinho, no momento em que ele despeja esses insumos dentro da betoneira, e até mesmo ao deslocar-se dos locais de armazenamento até a betoneira empurrando cargas que podem chegar a 100 Kg.

Todas essas etapas de seu trabalho irão exigir dentro do contexto da atividade, a adoção de posturas anômalas e demandar vigorosas contrações musculares da musculatura lombar. As posturas que foram observadas e consideradas mais críticas foram: a flexão anterior maior que 20° com ou sem carga, torção de tronco associada ou não à flexão anterior e com carga, além da postura ereta na qual o operador deve sustentar ou empurrar uma carga.

Para a produção de massas o operador deve primeiramente transportar os insumos que serão utilizados (cimento, areia e ocasionalmente a brita) para a betoneira, utilizando o carrinho. Quando coloca a areia no carrinho com a pá, o operador realiza movimentos constantes de flexão anterior, que atingem até 50°, e extensão de tronco associados à torção, gerando sobrecarga nas articulações e aumentando o risco efetivo do aparecimento de lombalgia, ocorrendo o mesmo quando o insumo é a brita.

Quando se desloca com o carrinho carregado de insumos, o operador inclina o corpo para frente, exercendo uma força física para vencer a resistência do solo, uma vez que este é irregular. Essa distância percorrida irá variar de acordo com o *layout* do canteiro de obras. Na fase de fundação, o operador percorria 11,8 metros cada vez que utilizava a areia e 22,8 metros quando o insumo utilizado era a brita. Após a mudança do *layout*, na fase estrutural essa distância foi reduzida para 2 metros entre

a areia e a betoneira e para 4 metros da brita. Essa postura ereta, sustentando uma carga e realizando um esforço físico para vencer a resistência do solo pode gerar sobrecarga na região lombar, levando ao desenvolvimento futuro de dores e ou lesões da coluna. Quanto maior a distância que ele deve percorrer desta maneira, maior será o tempo em que o operador está exposto a esse fator de risco.

Ao posicionar em frente à betoneira, mais uma vez é exigida flexão anterior, de aproximadamente 20° , rotação do tronco e elevação de membros superiores repetidamente com força (peso da pá acrescido ao peso da areia ou brita) para abastecer a betoneira com o insumo.

Após colocar toda a areia ou brita do carrinho dentro da betoneira, o operador se desloca puxando o mesmo carrinho até a sala de cimento. Para colocar os sacos de cimento dentro do carrinho, o operador deve segurar com firmeza o saco, que é escorregadio e de difícil pega, e fletir a coluna anteriormente, podendo chegar até a 70° de angulação, como demonstra a figura 1.



Figura 1. Fotografia do operador realizando flexão anterior de tronco de 70° ao manusear saco de cimento.

Essa angulação varia de acordo com a altura da pilha de cimentos. Abaixo de 1,0 metro de altura, o operador já é obrigado a realizar este movimento. Após manusear o saco de cimento, o operador o transporta até a parte externa da sala, onde se encontra o carrinho. Devido à largura da porta da sala de armazenamento, que é de 55 cm e de um degrau, o operador é impedido de entrar na sala com o carrinho. Isso dificulta a execução da tarefa e aumenta sua sobrecarga, pois o obriga a transportar o saco de cimento de 50 Kg até onde se encontra o carrinho. Para descarregá-lo

dentro carrinho, também é exigido o movimento de flexão anterior de tronco de até 40° associado à rotação.

Acrescido a isso ainda há o deslocamento do operador empurrando o carrinho carregado com até 2 (dois) sacos de cimento, que pode chegar a 100 Kg, mais o peso do carrinho de 10 Kg. Para isso ele realiza novamente uma inclinação anterior do tronco e esforço físico para vencer a resistência do solo. No *layout* inicial, o operador percorria 37 metros nessas condições para cada massa produzida, sendo que na fase estrutural essa distância diminuiu para 26,2 metros. Essas ações em conjunto contribuem para um risco acentuado de lombalgias, propiciando uma sobrecarga física e exposição acentuada de risco ergonômico do operador.

Após esse deslocamento é realizada a transferência do saco de cimento do carrinho de mão à betoneira. Devido à altura da boca da betoneira, que fica a 1,10 metro do solo, o operador adota a seguinte estratégia para conseguir elevar o saco de cimento a essa altura: realiza uma flexão de quadril, apoiando o peso de 50 Kg sobre o membro inferior e o eleva, segurando com as duas mãos. O manuseio dos sacos de cimento demanda uma elevada força muscular e para realizar essa tarefa o operador adota estratégias visando reduzir sua sobrecarga.

Com estes insumos dentro da betoneira, o operador aciona o motor da máquina para iniciar a mistura. À medida que o tambor gira o operador adiciona a água, transportando-a em um balde com capacidade de 10 litros. Como explicado anteriormente, à medida que o tambor esvazia, abaixo de 70 cm de altura, o operador necessita fazer uma flexão anterior ou lateral, aumentando progressivamente à medida que o nível diminui. Essa angulação da coluna pode passar dos 40°, o que demonstra uma postura prejudicial e que pode sobrecarregar estruturas da coluna.

Com a massa pronta, o operador gira o tambor no sentido contrário, rodando o volante, deixando vazar a mistura pela calha. A partir desse momento, o pedreiro ou o servente que estão esperando pela massa serão responsáveis por colocá-la no carrinho e transportá-la até seu local de uso.

A partir da observação sistemática da produção de massa pelo operador, verificou-se que as posturas de flexão anterior da coluna com carga, associadas ou não à rotação de tronco, e postura ereta sustentando peso, adotadas pelo operador são recorrentes em sua jornada de trabalho. Analisando um período crítico da jornada de trabalho do operador em duas situações distintas, uma no *layout* da fase de fundação e outra na fase estrutural, fica evidenciado que a atividade do operador é realizada 100% em pé e com a predominância do uso da musculatura de tronco. Isso contribui para o risco acentuado de lombalgias neste trabalhador.

Em ambos os *layout*, é exigido do operador por diversos períodos a postura flexionada, com ou sem rotação, sustentando peso. Porém, no primeiro *layout*, é mais frequente entre as situações críticas, a postura ereta sustentando o peso, que é a postura adotada ao empurrar o carrinho carregado de insumos até a betoneira. Já no segundo *layout*, há uma redução de 12% nessa postura, como fica evidenciado nos gráficos 1 e 2 abaixo. Isso demonstra que as distâncias entre os insumos e a betoneira têm impacto direto na atividade e sobrecarga física do operador, relacionando-se também com risco efetivo do aparecimento de lombalgia.

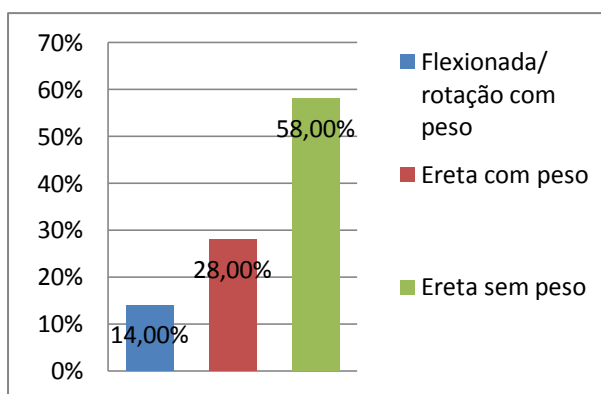


Gráfico 1. Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no *layout* 1.

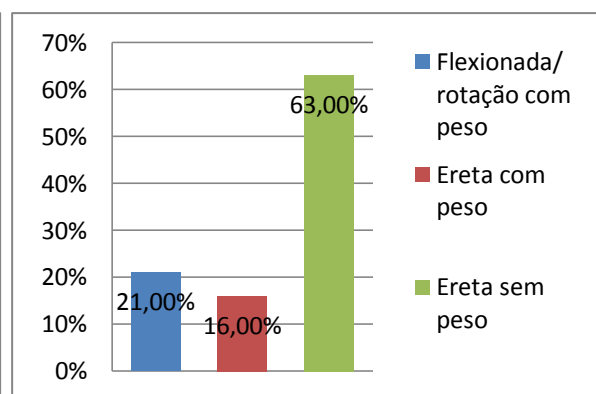


Gráfico 2. Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no *layout* 2.

3.3.3 A organização da sala de cimento: um agravante na atividade do operador.

Considerando a produção de massas como a tarefa principal e de maior sobrecarga física para o operador, uma vez que é realizada diariamente, a organização dos sacos de cimento torna-se um agravante dentro do contexto da atividade do

operador. Isso se deve ao fato de que essa tarefa é executada a cada quinze dias aproximadamente, mas possui um impacto nas estruturas da coluna, uma vez que exige o manuseio de cargas e posturas prejudiciais.

Quando um carregamento novo de 70 (setenta) sacos de cimento chega, a cada 15 dias, o operador é responsável por deixar um local separado na sala de cimento para esse material novo. Isso é feito para que o cimento seja utilizado dentro do prazo de validade, utilizando-se sempre o mais antigo antes do mais novo. Para isso, com a contribuição de um auxiliar, o operador deve empilhar os sacos de cimento antigos em uma parte separada da baia de cimento. A partir de uma postura ereta, ele faz um movimento de flexão anterior de coluna de 45° a 70° (de acordo com a altura da pilha), flexiona levemente os dois joelhos, segura firmemente com as duas mãos o saco de cimento em uma das suas extremidades, enquanto seu ajudante realiza a mesma manobra na outra extremidade (Figura 2).

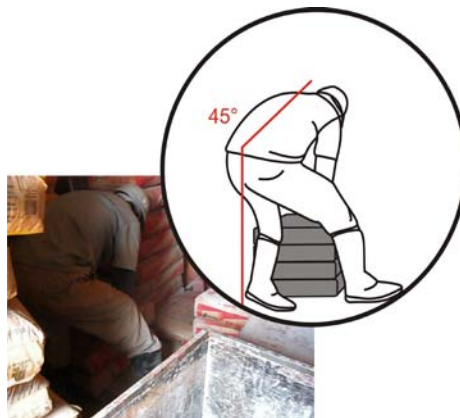


Figura 2. Fotografia do operador posicionando saco de cimento na pilha

O operador faz então um movimento de extensão associado à rotação de tronco para conseguir posicionar o saco de cimento de 50 Kg sob a pilha que está ao seu lado. Neste momento são solicitados principalmente as musculaturas extensoras de tronco e dorso. Como o espaço da baia é reduzido, sendo a distância entre uma pilha e outra de apenas 0,45 m, o operador deve fazer um movimento de rotação de tronco, associado à flexão anterior para posicionar o saco de cimento na pilha ao lado. Além disso, a falta de espaço impede que ele realize um movimento maior de flexão de joelhos. Na busca por uma posição que permita a realização da tarefa, o operador flexiona mais a coluna quando os sacos se encontram abaixo de 1 metro de altura,

sobrecarregando esta estrutura. Essa flexão irá aumentar quanto mais próxima a carga estiver do chão. A dificuldade em adotar uma postura mais confortável é verbalizada pelo próprio operador:

“o espaço é muito pouco... corre mais risco da gente machucar. Agora tendo um espaço mais longe, tem jeito... você pega aqui, tem jeito de você consertar o corpo, para você levar e colocar... mas no caso ali, você pega e vira o corpo, por causa do peso dá uma torção na coluna...” (Operador).

Verificou-se através das observações dessa atividade que há uma exigência das posturas de flexão anterior sustentando peso, associada ou não à rotação e posição ereta sustentando peso. Para quantificar esse trabalho, foi feita uma observação sistemática da variável postura. Observando a organização realizada pelo operador para a chegada de um novo carregamento, foram movidos 25 sacos de 50 Kg adotando as posturas descritas acima em 5 minutos e realizando 25 vezes o movimento de flexão anterior de coluna associado à rotação. Como todos esses sacos estavam a uma altura abaixo de 1 metro, o operador precisou fazer movimentos constantes de flexão anterior que variaram de 45° a 70°.

Apesar dessa atividade não fazer parte da rotina diária do operador existe uma sobrecarga das estruturas osteomusculares da coluna quando lhe é exigida. Outro agravante para o esforço físico nesta etapa é que algumas vezes o auxiliar não está disponível para ajudá-lo nesta tarefa, realizando-a sozinho. Isso aumenta a sobrecarga nas estruturas osteomusculares principalmente da coluna, uma vez que além do número de vezes e tempo em que o operador permanece em posturas críticas, como flexão anterior sustentando peso com ou sem rotação, e ereta sustentando peso, é elevado, o peso que ele deverá carregar será o dobro (50Kg) sem a ajuda do auxiliar.

4 DISCUSSÃO

Após a análise da atividade do operador de betoneira, pode-se considerar que seu trabalho é composto por tarefas que cujo conteúdo exige predominantemente esforço físico e determina a adoção de posturas prejudiciais. Por diversos momentos o operador é exposto a fatores de risco reconhecidamente relacionados na literatura científica com o desencadeamento de lombalgias, como o transporte manual de carga e a manutenção de posturas estereotipadas em flexão anterior e rotação de tronco por determinado período de tempo. Isso é ainda agravado pela ausência do meio-oficial para auxiliá-lo e pela ausência de tarefas que permitam o repouso da musculatura lombar.

Com relação ao perfil operador, pode-se afirmar pelo estudo, que por se tratar de um único trabalhador responsável por essa função, sendo que já a exerce há 14 anos e que está na faixa etária de 40 anos, encontra-se suscetível ao surgimento de lombalgias. Isso porque, segundo a literatura, a prevalência de lombalgias aumenta em trabalhadores que estão em períodos prolongados na mesma função, sem rodízio de atividade, e que exigem manuseio habitual de carga associadas à flexão e rotações frequentes do tronco (FERNANDES; CARVALHO, 2000), como é o caso do operador.

Além disso, como agravante, o envelhecimento contribui para o surgimento de dor e disfunções osteomusculares, segundo Silva *et al.* (2004). Em homens, a redução de força muscular e resistência se inicia por volta dos 40 anos de idade (idade do operador), tornando o indivíduo mais vulnerável a lesões, além da recuperação muscular não ser completa. Esta característica associada à exigência do trabalho contribui para o risco de lombalgias (NRC & IM, 2001).

Um dos fatores de risco encontrados dentro da tarefa do operador, que contribui para o surgimento de lombalgias é o ato de empurrar cargas pesadas de até 100 Kg. Isso ocorre durante o transporte de insumos no carrinho de mão até a betoneira, e a exposição a este risco é determinada pela organização do espaço físico no canteiro de obras. Estudos demonstram que “empurrar” é uma tarefa comum em diferentes ocupações que envolvem o manuseio de cargas, e que pode resultar em uma maior

força de cisalhamento antero-posterior que é aplicada nos discos intervertebrais, além de maior compressão vertebral (LETT; MCGILL, 2006; GRANATA; BENETT, 2005). Isso exige uma carga adicional da musculatura estabilizadora de tronco, através da co-contracção de músculos antagonistas, aumentando a sobrecarga e risco de lesões na coluna lombar (KNAPIK; MARRAS, 2009; LETT; MCGILL, 2006). Segundo Lett e McGill (2006), quanto maior a carga que está sendo empurrada, maior será a sobrecarga na coluna. Portanto, no caso do operador estudado, além da carga que está sendo empurrada, que pode chegar a 100 Kg, a resistência do solo ainda exige uma força adicional aumentando ainda mais a sobrecarga na região lombar.

Os movimentos que causam com maior frequência o desenvolvimento de lesões na coluna vertebral são as flexões anteriores de tronco, segundo a literatura (NRC & IM, 2001; COURY; PADULA, 2002), principalmente quando associados ao levantamento repetido de cargas em flexão e rotação simultâneas da coluna (FERNANDES; CARVALHO, 2000). Neste estudo, foi observado que esses movimentos são constantemente exigidos do operador durante sua jornada de trabalho, tanto para abastecer o carrinho de mão com os insumos, como para manusear os sacos de cimento e inclusive ao abastecer a betoneira com esses insumos. Até mesmo pequenos graus de flexão anterior de tronco são considerados na literatura como um fator de médio a alto risco para o surgimento de lesões lombares, principalmente flexões anteriores de tronco acima de 15° associadas à atividade de levantamento de cargas (FATHALLAH *et al.*, 1998). Durante o trabalho, o operador chega a realizar movimentos de flexão anterior com amplitudes extremas, os quais podem ser causadores de elevadas forças compressivas na coluna vertebral principalmente nos segmentos L5-S1, levando à dor lombar.

Nas observações sistemáticas da atividade do operador, foram observadas flexões anteriores de até 70°, combinadas com uma carga externa de 50 Kg. Segundo Solomonow *et al.* (2003), algumas disfunções musculoesqueléticas da coluna lombar podem ser decorrentes da atividade de levantar objetos, devido à carga externa, uma vez que o indivíduo além de sustentar o peso do próprio corpo, deve sustentar também uma carga adicional durante o movimento. Nestes casos, o momento extensor imposto sobre as articulações da coluna lombar durante o levantamento é

produzido pela musculatura posterior da coluna vertebral para superar o momento flexor causado pelo peso do objeto levantado, podendo lesionar as estruturas da coluna como consequência direta dessas forças envolvidas (BURGESS-LIMERICK, 2003; COURY; PADULA, 2002).

Associado às flexões anteriores, as rotações de tronco e flexões laterais aumentam o risco de lombalgias. Em diversos momentos de sua jornada de trabalho, devido à falta de espaço físico suficiente para adotar estratégias que minimizem essas posturas prejudiciais, o operador adota essa combinação de movimentos. Isso é observado com maior frequência na organização da sala de cimento. Segundo a literatura, o aumento nas forças de compressão laterais e antero-posteriores da coluna são observados principalmente durante a flexão lateral e torção de tronco (MARRAS; GRANATA, 1997). Além disso, durante a flexão lateral e torção axial do tronco, são necessárias ativações mais complexas dos músculos do tronco para realizarem os movimentos de flexão e extensão da coluna vertebral, gerando forças de compressão discal. Essas forças aumentam com o acréscimo do peso do corpo acima do disco vertebral (membros superiores, tronco e cabeça). Quando esses movimentos de flexão anterior e torção são repetidos ou em excesso, especialmente com carga, como no caso do operador, aumentam a probabilidade de incidência de hérnias de disco, ocasionando sintomas de dor (FERNANDES; CARVALHO, 2000; NRC & IM, 2001).

As posturas estereotipadas e o carregamento de peso geram elevadas forças compressivas na coluna vertebral e podem exceder o nível de tolerância da articulação ocasionando dor. Esses fatores de risco podem ser determinados, como no caso deste estudo, pela organização do espaço físico e pelos instrumentos utilizados pelo operador durante sua atividade. Por isso intervenções ergonômicas podem reduzir essa sobrecarga na coluna durante a execução das tarefas do operador. Segundo estudo de Faber e Van Dieën (2007), em uma tarefa de carregar peso, quando a posição inicial do objeto foi elevada, houve uma redução significativa nas forças compressivas da coluna daqueles trabalhadores, o que indica uma possível melhoria no trabalho do operador.

Diante da análise ergonômica do trabalho do operador de betoneira ficam evidentes que este trabalhador está exposto a fatores de risco para o desenvolvimento de

lombalgias, relacionados ao seu ambiente de trabalho, instrumentos utilizados, as exigências físicas da tarefa, incluindo-se a manutenção de posturas estereotipadas e o manuseio de carga pesada em quase toda a jornada de trabalho, ausência do meio-oficial para auxiliá-lo e ausência de repouso da musculatura dorsal.

Pode-se concluir que a produção de massas, muitas vezes sem auxílio do meio-oficial, com instrumentos inadequados, espaço físico escasso e a realização de tarefas como a organização da sala de cimento levam à necessidade de implementação de posturas estereotipadas por parte do operador. A interação de todos esses fatores contribui para o surgimento de lombalgias.

5 RECOMENDAÇÕES

A partir da análise ergonômica do trabalho foram diagnosticados os fatores prejudiciais à saúde do trabalhador e propostas as mudanças necessárias.

5.1 Recomendações relativas ao ambiente físico de trabalho: *layout* e instrumentos.

A distância percorrida entre os insumos e betoneira aumenta a exigência física do operador. A proximidade ao elevador de carga é priorizada, porém existe um maior número de funcionários para revezar no deslocamento do material pronto na betoneira até o elevador, do que dos insumos até a betoneira. A fim de conciliar produtividade com melhores condições de conforto para o operador, recomenda-se:

- No espaço do canteiro de obras, os locais de armazenamento da areia, brita e cimento estejam ao redor da betoneira. Deverá ser priorizada a proximidade dos insumos em relação à betoneira, ou seja, o deslocamento entre eles e a betoneira será mínimo, mas buscando manter também a proximidade do elevador de cargas. Como isso diminuirá o tempo de exposição ao risco de lombalgias pelo operador.
- Adquirir uma versão menor da betoneira tradicional. A betoneira portátil com capacidade de 120 litros pode ser transportada facilmente de um local para outro pela sua montagem sobre rodas. A betoneira utilizada na obra estudada é fixa e difícil de ser transportada. Por isso, essa ação propiciaria ganho ergonômico por exigir menor esforço físico e menor exposição a risco de acidente por menor trânsito no canteiro. Como as fases da obra são mutáveis essa estratégia facilitaria a escolha do local da betoneira a favor da menor sobrecarga física do operador.

Visando minimizar a sobrecarga física na atividade do operador, assim como a adoção de posturas que possam ser prejudiciais à sua saúde, recomenda-se:

- O piso no trajeto entre a baia de areia, brita e a sala de cimento até o local da betoneira deverá ser cimentado. Isso diminui o atrito entre a roda do carrinho de mão e o solo, diminuindo a sobrecarga física para empurrar a carga. Esse piso poderá ser aproveitado posteriormente como uma parte externa e fixa do prédio em construção.
- Construir a sala de cimento sem desnível na entrada, ou seja, no mesmo nível do terreno, e porta de acesso com largura mínima de 0,80m. No caso desta obra, deverá ser construída uma rampa de acesso, retirando o degrau, além da ampliação da porta para uma largura de no mínimo 0,80 m, para permitir o acesso do carrinho de mão dentro da sala e diminuir a sobrecarga física do operador para manusear os sacos de cimento.
- Projetar uma rampa com 1,0 m de comprimento e 1,0 de largura, que dá acesso a uma plataforma com altura de 0,30 m, largura de 1,0m e comprimento de 1,5 m para ser posicionada em frente à betoneira. Essa estrutura poderá ser feita de chapas de aço, com frisos antiderrapantes, e poderão ser utilizadas em todas as obras. Essa plataforma permitirá o acesso do operador com o carrinho próximo à “boca” da betoneira e diminuirá o esforço físico do operador para colocar o cimento, assim como areia e brita dentro da máquina. A altura da “boca” da betoneira em relação ao solo será, com essa rampa, de 0,80 m e permitirá o melhor posicionamento biomecânico do operador. Para facilitar o transporte no canteiro de obras, acompanhando a betoneira, a plataforma e a rampa devem constituir duas estruturas separadas e cada parte conter rodas com travas para facilitar o deslocamento.
- O espaço livre entre as pilha de sacos de cimento argamassa e o caixote dentro da sala de cimento deverá ser de no mínimo 0,90 m. Esse espaço permite tanto o acesso do carrinho quanto o manuseio do saco de cimento até o carrinho. O aumento do espaço livre dentro da sala permite a adoção de estratégias pelo operador para minimizar as posturas inadequadas no manejo do cimento.
- Construir dois *pallets* de madeira com altura de 0,55 m, 3,0 m de comprimento e 1,4 m de largura para armazenamento dos sacos de cimento. Um *pallet* será destinado aos sacos de cimento mais antigos e o outro para os sacos de cimento

novos. A altura de 0,55 m do *pallet* é a mesma altura do carrinho de mão e permite que quando os sacos se encontrem a uma altura mais baixa, o operador apenas puxe-os em direção ao carrinho, eliminando a necessidade de carregá-los. Além disso, a dimensão desse *pallet* permite o armazenamento dos 70 sacos de cimento em uma altura máxima de 1,20 m (empilhamento de seis sacos), evitando esforço excessivo do operador para carregar os sacos quando se encontram muito altos. Na obra atual os sacos de cimento encontravam-se sobre um *pallet* de 0,30 m com empilhamento de até dez sacos de cimento.

- Colocar uma torneira bóia de caixa d'água, que promove o fechamento automático da torneira quando o tambor se enche. O objetivo desta bóia é manter o nível da água sempre elevado, acima de 0,70 m de altura, para evitar posturas prejudiciais no operador.
- Disponibilizar um tambor para armazenar água similar ao utilizado pelo operador em um local central do canteiro para o acesso e utilização de todos. Isso irá evitar a utilização da água utilizada para produção de massa pelos outros trabalhadores.
- Adquirir um carrinho de mão para curva, com parte frontal em "U", arredondado, sem quinas, para oferecer maior estabilidade no transporte de materiais e facilitar o descarregamento. Neste novo carrinho, deverão ser adaptadas 2 rodas traseiras auxiliares, de mesmo tamanho da utilizada na parte frontal do carrinho, interligadas por um tubo e fixadas por uma placa em "U". Nas alças do carrinho será fixado um adaptador prorrogando e interligando essas alças para seu manuseio. Este adaptador deverá ter uma altura de 40 cm para permitir um bom alcance do operador, sem necessitar realizar o movimento de flexão de coluna para manusear o carrinho. Com essas adaptações, o carrinho de mão convencional será transformado em um dispositivo de três rodas, no qual o operador não precisará elevar a parte traseira do carrinho para movimentá-lo, diminuindo sua sobrecarga durante o transporte de materiais. Na obra estudada, o carrinho apresentava quinas e pouca estabilidade no transporte, o que aumentava o esforço físico do operador ao transportá-lo com o material.

5.2 Recomendações relativas à estrutura organizacional

Apesar de determinado a alocação de um meio-oficial para auxiliar o operador, não é sempre que isso ocorre. Em alguns momentos o meio-oficial é designado a outras tarefas que não podem ser interrompidas. O operador consegue realizar a sua atividade mesmo sem auxílio, porém isso aumenta seu esforço físico, e o expõe por mais tempo a fatores de risco. Para reduzir a sobrecarga do operador recomenda-se:

- Manter o meio-oficial fixo com o operador sempre em que houver a produção de massa, não importando a fase da obra. Caso não haja produção de massa, designar o meio-oficial a tarefas que possam ser interrompidas, como as que são realizadas na serra circular, para que quando necessário ele retorne o mais rápido possível para auxiliar o operador.

5.3 Recomendações relativas à organização do trabalho

Foi demonstrado que a organização da sala de cimento é um agravante na atividade do operador, principalmente quando associado à tarefa rotineira de produzir massas. Para reduzir o impacto que essa tarefa produz no operador, recomenda-se:

- Disponibilizar dentro da sala de cimento duas áreas separadas para o armazenamento. Com a construção dos dois pallets, um ficará vazio e assim que o carregamento novo chegar, será colocado ali. Enquanto isso, o local onde estavam os sacos mais antigos será esvaziado e ficará disponível para o próximo carregamento.

Quando a demanda da obra está baixa, e não há produção de massa, o operador é designado a outras tarefas que não permitem o repouso da musculatura dorsal. Para reduzir essa sobrecarga lombar, recomenda-se:

- Intercalar a produção de massas com atividades de menor impacto sobre a coluna lombar, como auxílio ao almoxarife quando esse deve se ausentar do seu posto de trabalho, onde há a possibilidade de sentar-se.

6 CONCLUSÃO

O estudo procurou identificar os principais fatores de risco para o surgimento de lombalgias no operador de betoneira, que desempenha como principal atividade a produção de massas no canteiro de obras. Percebeu-se com esse estudo que, durante o processo de produção de massas e realização de outras tarefas pelo operador, há um grande esforço físico com sobrecarga muscular principalmente da região lombar deste trabalhador. Isso ocorre em virtude das condições ambientais, materiais e organizacionais de trabalho, associadas às características das tarefas.

Por meio da análise ergonômica do trabalho do operador, foi identificado que há um aumento da exposição a fatores de risco para lombalgia devido à distância percorrida dos insumos até a betoneira, sustentando uma carga elevada. A organização do espaço físico no canteiro de obras é determinante, portanto do risco de lombalgias no operador.

Como fatores agravantes a essa situação foram identificadas a altura dos sacos de cimento armazenados, altura da betoneira, nível de água do tambor, dimensionamento da sala de cimento e instrumentos utilizados para a produção de massa. Todos esses fatores determinam a adoção de posturas inadequadas e não permitem ao trabalhador adotar estratégias para evitá-las. A organização da sala de cimento associada à tarefa de produzir massas, além das atividades desempenhadas pelo operador quando não há demanda para o serviço na betoneira, não permitem o tempo necessário de recuperação da musculatura paravertebral, causando danos à coluna do trabalhador.

A interação de todos esses fatores, no contexto da atividade do operador, o expõe a riscos relacionados na literatura com o desencadeamento de lombalgias que seriam o levantamento manual de carga, empurrar cargas, manutenção de posturas estereotipadas em flexão anterior com ou sem rotação de tronco.

A partir do diagnóstico obtido por meio da AET, foram elaboradas propostas de melhoria com o objetivo de minimizar a hipersolicitação da coluna lombar e reduzindo ou limitando a exposição do operador aos fatores de risco identificados. Foram feitas

intervenções relativas ao ambiente físico, abordando o *layout* e instrumentos utilizados pelo operador, assim como intervenções relativas à organização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO, A. A. A Cadeirologia e o Mito da Postura Correta. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**. São Paulo, v 29, n.110, p.41-55, 2004.
- BURGESS-LIMERICK, R. Squat, stoop, or something in between? **International Journal of Industrial Ergonomics**. V. 31, p.143-148, 2003.
- COURY, H.G.; PADULA, R. Trunk movements and load support strategy in simulated handling tasks carried out by workers with and without musculoskeletal symptoms. **Clinical Biomechanics**. v.17, p.309–311, 2002.
- DIEESE. **Os trabalhadores e a reestruturação produtiva na construção civil brasileira**. São Paulo: DIEESE. 2002. (Resenha DIEESE). Disponível em: <http://www.dieese.org.br.pdf>. Acesso em: 9 de novembro de 2010.
- FATHALLAH, F.A.; MARRAS, W.S.; PARNIANPOUR, M. The role of complex, simultaneous trunk motions in the risk of occupation-related low back disorders. **Spine**. V. 23, n. 9, p. 1035-1042, 1998.
- FERNANDES, R.C.P. **Distúrbios Musculo-Esqueléticos e o Trabalho industrial**. Salvador. Universidade Federal da Bahia – Instituto de Saúde Coletiva. Tese de doutorado. 2004.
- FERNANDES, R.C.P.; CARVALHO, F.M. Doença do disco intervertebral em trabalhadores da perfuração de petróleo. **Cadernos de Saúde Pública**. v.16, n.3, p: 661-669, jul-set. 2000.
- FONSECA, E.D.; LIMA, F.P.A. Novas tecnologias construtivas e acidentes na construção civil: o caso da introdução de um novo sistema de escoramento de formas de laje. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. v.32, n.115, p: 53-67, 2007.
- GRANATA, K.R.; BENNETT, B.C. Low-back biomechanics and static stability during isometric pushing. **Human Factors**. V. 47, n.3, p. 536–549, 2005.
- GUÉRIN, F. *et al.* **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgar Blucher. 2001
- HESS, J.A. et al. A participatory ergonomics intervention to reduce risk factors for low-back disorders in concrete laborers. **Appl Ergon**. v.35, n.5, p:427-41, 2004.
- KNAPIK, G.G.; MARRAS, W.S. Spine loading at different lumbar levels during pushing and pulling. **Ergonomics**. v. 52, n. 1, p.60–70, 2009.
- LETT, K.K.; MCGILL, S.M. Pushing and pulling: personal mechanics influence spine loads. **Ergonomics**. v. 49, n. 9, p.895–908, 2006.

MARRAS, W.S. Occupational low back disorder causation and control. **Ergonomics**, v.43, n.7, p.880-902, 2000.

MARRAS, W.S.; GRANATA, K.P. Spine loading during trunk lateral bending motions. **J Biomech**. V.30, n. 7, p.697-703,1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL & INSTITUTE OF MEDICINE [NRC & IM]. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Panel on musculoskeletal disorders and the workplace. Commission on behavioral and social sciences and education. Washington, DC: National Academy Press. 2001.

SILVA, M. C.; FASSA, A. G.; VALLE, N. C. J. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. **Cad. Saúde Pública**. v.20, n.2, p. 377-385, 2004.

SOLOMONOW, M.; ZHOU, B.H.; BARATTA, R.V.; BURGER, E. Biomechanics and electromyography of a cumulative lumbar disorder: response to static flexion. **Clinical Biomechanics**. V. 18, n.10, p. 890-989, 2003.

VASCONCELOS, R.C. **Análise ergonômica do trabalho na prática: Os condicionantes, as técnicas e as confrontações no desenvolvimento de uma intervenção ergonômica em situação de trabalho com LER**. São Carlos. Tese de Mestrado Ergonomia – DEP-UFSCar. 2000.