



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Produção

VIVIANE SOARES DE FREITAS

**A CONCEPÇÃO DO ESPAÇO FÍSICO COMO FATOR DE RISCO PARA LOMBALGIA EM
UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Belo Horizonte
2010



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Produção
Especialização em Ergonomia CEERGO 2009

A CONCEPÇÃO DO ESPAÇO FÍSICO COMO FATOR DE RISCO
PARA LOMBALGIA EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
por

Viviane Soares de Freitas

Monografia de final de Curso

Profº Dr. Eugênio Hatem Diniz

Orientador

Belo Horizonte

2010

VIVIANE SOARES DE FREITAS

A CONCEPÇÃO DO ESPAÇO FÍSICO COMO FATOR DE RISCO PARA LOMBALGIA EM
UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Monografia apresentada junto ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Ergonomia.

Área de concentração: Produto e trabalho

Orientador: Eugênio Hatem Diniz.

Co-orientador: Francisco de Paula Antunes Lima.

Belo Horizonte

2010

F866c

Freitas, Viviane Soares de.

A concepção do espaço físico como fator de risco para lombalgia em uma obra de construção civil [manuscrito] / Viviane Soares de Freitas. – 2010.

34 f., enc. : il.

Orientador: Eugenio Hatem Diniz.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bibliografia: f. 32-34

1. Ergonomia. 2. Saúde e trabalho. 3. Dor lombar. 4. Construção civil. I. Diniz, Eugênio Hatem. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 65.015.11

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

Monografia intitulada FREITAS, Viviane soares de

A concepção do espaço físico como fator de risco para lombalgia em uma obra de construção civil. Viviane Soares de Freitas. – 2010, apresentada para a banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Ms. Eugenio Hatem Diniz – Orientador

Avaliador 1

Avaliador 2

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

Belo Horizonte
2010

RESUMO

O estudo buscou compreender como a concepção dos espaços físicos no canteiro de obras de uma empresa de construção civil pode influenciar no surgimento de fatores de risco para lombalgias no operador de betoneira. A demanda inicial surgiu da área de Qualidade e Segurança do Trabalho de uma empresa da construção civil, devido às queixas de dor lombar pelo operador de betoneira. A Análise Ergonômica do Trabalho foi utilizada para compreender a atividade e formular propostas de melhoria das condições de risco. Os dados empíricos foram obtidos de observações, entrevistas e filmagens da atividade do operador de betoneira. Os resultados revelaram que o adequado planejamento do canteiro de obras por meio de uma gestão logística eficiente, tem repercussões positivas na saúde do trabalhador, além de influir na produtividade e nos custos da empresa.

A adoção de critérios de elegibilidade pra adequação do layout de acordo com as fases da obra é fator determinante para minimizar a adoção de posturas anômalas e que implicam em hipersolicitação da musculatura lombar. Assim, foi possível elaborar as sugestões de melhoria na organização do espaço físico, do *layout*, dos instrumentos utilizados, buscando atender tanto aos interesses dos trabalhadores como dos gestores da produção.

Palavras-chave: ergonomia, saúde e trabalho, lombalgia, construção civil.

ABSTRACT

The aim of this study was to understand how the kind organization in a construction site may influence on risks of low back in concrete mixer operator. The Quality and Work Safety area of construction company requested an ergonomic study due to the complaints of low back pain in the concrete mixer operator. The ergonomic analysis was used to understand the activity and the propose conditions to eliminate or reduce the risk factors of low back pain. The findings were obtained through field observations, interviews and video recording of the concrete mixer operator's activity.

The results revealed that right plan with efficient logistics management, could influence positive in healthy's employee, besides improve productivity and costs of company.

It shows that's important the adoption criteria for choose what are the mains factors responsible for decrease uncomfortable postures an imply an overload of the lumbar muscles.

Therefore it was possible to elaborate improvement suggestions in the organization of the construction site, in the layout, an in the instruments used, achieving both the interests of the employees and the managers.

Key Words: ergonomics, health and work, low back pain, construction work

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no <i>layout</i> 1 e 2 respectivamente	22
Figura 2 - Fotografia do operador posicionando saco de cimento da pilha	23

LISTA DE SIGLAS

PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

AET - Análise ergonômica do trabalho

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Métodos e Técnicas.....	14
3. Resultados	16
3.1- Características do operador de betoneira	16
3.2- A dinâmica do trabalho do operador no canteiro de obras.....	17
3.3- Análise da atividade do operador: os determinantes e agravantes para o surgimento de lombalgias.	19
3.3.1- Instrumentos utilizados pelo operador na produção da massa	19
3.3.2- As exigências físicas na atividade do operador durante a produção de massas.	20
3.3.3- A organização da sala de cimento: um agravante na atividade do operador.	22
4. Discussão	24
5. Recomendações	27
5.1- Recomendações relativas ao ambiente físico de trabalho: layout e instrumentos.....	27
5.2- Recomendações relativas à estrutura organizacional	28
5.3- Recomendações relativas à organização do trabalho	29
6. Conclusão	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. Introdução

O canteiro de obras pode ser definido como o local destinado à execução dos trabalhos do ambiente da obra e instalação dos equipamentos e ferramentas necessárias para a execução destes trabalhos. Projetar o canteiro é basicamente, definir a posição de cada elemento considerando a fase da obra, periculosidade e prioridades para que exista um melhor aproveitamento do tempo e do espaço no canteiro. (Serra, 2006).

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 freqüente de cargas e movimentos repetitivos ocasionando o uso excessivo da musculatura e desencadeando doenças ocupacionais (GOLDSHEYDER, 2004; HESS, 2004). Essa exposição se deve em parte à organização do espaço físico que deveria conceber o ambiente de trabalho priorizando a otimização e racionalização no recebimento, armazenagem, movimentação e disponibilização de insumos, materiais, ferramentas e equipamentos, a fim de minimizar o esforço físico do operador.

A implantação da NR18 - Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção (FUNDACENTRO, 1996), torna obrigatório, para os estabelecimentos com vinte trabalhadores ou mais, a elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), que exige, entre outros documentos, o arranjo físico inicial do canteiro de obras. É necessário que as empresas não executem o PCMAT somente como obrigação, mas que repensem seus sistemas de produção e organização dos seus canteiros de obras para efetiva prevenção de doenças ocupacionais. Segundo Fritsche et al. (1996) os leiautes dos canteiros devem ser adaptados às diversas fases de execução pertinentes à obra. Insumos como areia, brita, argamassas, cimento precisam de espaços apropriados que devem ser planejados antecipadamente. O leiaute ou arranjo físico, conforme Faria (1984) tem o objetivo de proporcionar ao operário, condições de trabalho favoráveis à comodidade, rapidez, facilidade e à menor fadiga. O adequado planejamento do canteiro integra a logística que aplicada na obra favorece menor risco de lombalgias nos trabalhadores da construção civil, incluindo o operador de betoneira.

CARDOSO (1996) apresenta uma subdivisão para a Logística aplicável às empresas construtoras classificando-a, quanto ao seu alcance, em Logística de suprimentos(externa) e Logística de canteiro (interna). Esta subdivisão permite identificar as principais atividades associadas à Logística em uma obra. A Logística de suprimentos trata da provisão dos recursos materiais e humanos necessários à produção dos edifícios. Entre as atividades mais importantes da Logística de suprimentos estão: a) o planejamento e processamento

das aquisições; b) as interfaces com os fornecedores; c) o transporte dos recursos até a obra; d) a manutenção dos recursos materiais previstos no planejamento.

A Logística de canteiro trata da gestão dos fluxos físicos de informações associados à execução de atividades no canteiro. Por exemplo, a logística do canteiro de obras está ligada e demasiadamente influenciada pela organização do trabalho; além disso, na Construção Civil, não é o produto que se movimenta, mas sim os trabalhadores que se deslocam ao redor e mesmo no interior do produto principal. (Barbosa, Muniz, Souza, 2008). Assim, otimizar esses fluxos físicos seria produtivo tanto para a empresa quanto para o trabalhador, pois ao mesmo tempo que evita perda de tempo, retrabalho e adequado planejamento de pessoal para produção eficiente, ameniza a sobrecarga física e conseqüentemente o risco de lombalgias.

SALES et al (2004) discutem, no trabalho sobre a gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras, o quanto aspectos de logística de entrega, armazenamento e distribuição de materiais, equipamentos e mão de obra influem na produtividade e competitividade das empresas construtoras. COSTA et al (2005) defendem a importância da gestão dos fluxos físicos para o ganho de produtividade e competitividade

Um ponto marcante na elaboração do arranjo físico são as mudanças que ocorrem ao longo da construção (FONTENELLE, 2003). Outro aspecto importante é a localização do guincho. Este equipamento é o primeiro a ser alocado e a partir dele são definidas as outras instalações, como o posto de produção de argamassa e o estoque de materiais(FONTENELLE, 2003). O planejamento dos espaços físicos, como o dimensionamento da sala de cimentos, local de armazenamentos dos insumos, alocação adequada da betoneira permite melhor aproveitamento do espaço físico e torna o ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

Planejar o canteiro de obra ainda permite cumprir prazos, custos, qualidade e obter sucesso nas operações (TOMMELEIN, 1992).

A melhor compreensão da relação entre organização do canteiro e fator de risco para o adoecimento do trabalhador na construção civil 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 na saúde causados pela inadequada organização dos espaços físicos na construção civil, deu origem a esse estudo. A demanda foi explicitada por 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 massa, assim como outras atividades desempenhadas por esse trabalhador, como a organização de sacos de cimento, exige 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 distância entre a localização da betoneira e dos insumos, o transporte e manuseio dos insumos, o abastecimento da betoneira com os insumos, instrumentos utilizados na tarefa, além do espaço restrito e forma de armazenamento na sala de cimento, dificultam a adoção de estratégias que poderiam reduzir o esforço físico e evitar as posturas que são consideradas prejudiciais.

A adoção de uma adequada organização do layout por meio de uma logística de canteiro propiciaria menor deslocamento de pessoal, locais adequados para armazenagem e transporte de insumos, o que contribuiria para diminuir a hipersolicitação da musculatura lombar.

Assim, o objetivo deste estudo foi compreender como aspectos relativos à concepção do espaço físico determinam a adoção de posturas anômalas, interferindo nas estratégias utilizadas para minimizar o esforço físico e conseqüentemente o risco de lombalgias. Neste estudo será dada ênfase aos fatores organizacionais relacionados à tarefa do operador, em detrimento aos fatores biomecânicos que também contribuem para o risco elevado de lombalgias na construção civil.

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-se com carga várias vezes para produzir a massa. HEINECK et al (1994) no trabalho sobre avaliação da importância da movimentação de materiais em canteiros de obras concluíram que 20 % do trabalho em obra refere-se a movimentação de materiais, o que dá ênfase a necessidade de implantação de melhorias e inovações nessa área.

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 nas mesmas, 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 descarte. 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 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 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)

No trabalho sobre planejamento e gestão de obras, GEHBAUER et al (2003) mostram como o planejamento do canteiro de obra é fundamental para minimizar os percursos dos transportes mais volumosos e frequentes dentro do canteiro.

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.

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.

Segundo Elias et al planejar o layout de um canteiro de obras permite a melhor utilização do espaço disponível, locando ou arranjando operários, materiais e equipamentos, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, através de mudanças no sequenciamento de atividades, da redução de distâncias e tempos de deslocamento e da melhor preparação dos postos de trabalho.

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.

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.

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 na figura 1 abaixo.

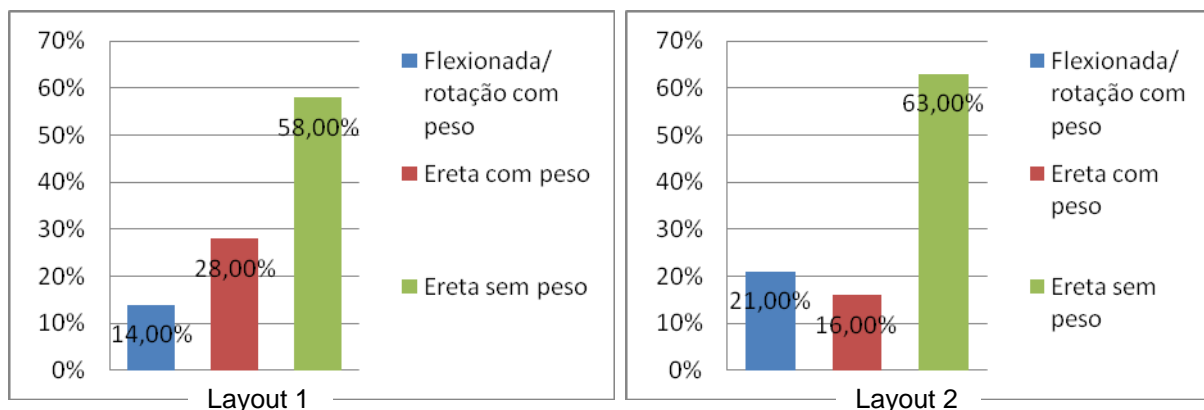


Figura 1. Distribuição percentual das posturas adotadas ao longo da jornada no *layout* 1 e 2 respectivamente.

HEINECK et al (1994) no trabalho sobre avaliação da importância da movimentação de materiais em canteiros de obras concluíram que 20 % do trabalho em obra refere-se a movimentação de materiais, o que dá ênfase a necessidade de implantação de melhorias e inovações nessa área.

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.

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

A organização dos sacos de cimento torna-se um agravante para o risco de lombalgia 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 baía 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).

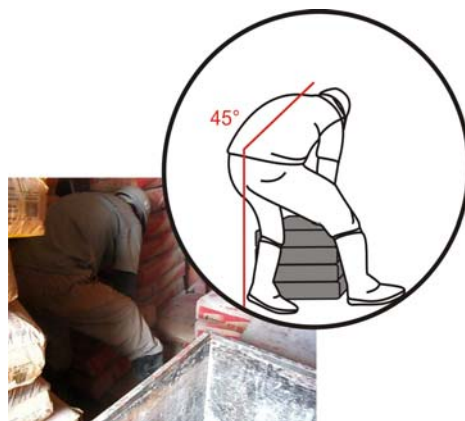


Figura 2. Fotografia do operador posicionando saco de cimento da pilha

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).

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, em consequência principalmente do transporte de materiais, freqüente movimentação de carga, armazenamento inadequado de insumos. 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 em trajetos extensos e a manutenção de posturas estereotipadas durante o manuseio de carga, devido principalmente ao inadequado dimensionado do local onde o cimento é estocado . Isso é ainda agravado pela ausência do meio-oficial para auxiliá-lo e pela ausência de tarefas que permitam o repouso da musculatura lombar. O planejamento de um canteiro de obras pode ser definido como o planejamento do Layout e da logística das suas instalações provisórias, sistema de movimentação e armazenagem de materiais. (SAURIN, FORMOSO, 2006)

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. A reorganização do layout nas diversas fases da obra pode contribuir diretamente para atenuar o risco de lombalgia, ao priorizar a localização do guincho levando em conta o arranjo físico geral do posto de produção da massa, ou seja, a posição da betoneira e dos estoques de materiais(areia, brita, saco de cimento).

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 inadequada organização do espaço físico no canteiro de obras, que não prioriza a adoção de critérios para uma eficiente logística no canteiro. 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 e MCGILL, 2006; GRANATA e BENETT, 2005). Isso exige uma carga adicional da musculatura estabilizadora de tronco, através da co-contração de músculos antagonistas, aumentando a sobrecarga e risco de lesões na coluna lombar (KNAPIK e MARRAS, 2009; LETT e 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.

Em diversos momentos de sua jornada de trabalho, devido à falta de espaço físico suficiente na sala de cimentos para adotar estratégias que minimizem posturas prejudiciais, o operador adota essa combinação de movimentos como estratégia para atenuar o desconforto osteomuscular. 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 definição de um layout que prioriza o posicionamento do guincho, sem definição do arranjo físico dos operadores, materiais, equipamentos e áreas de estocagem.

Enquanto a obra vai sendo executada, o canteiro de obras assume características e formas especiais. Em uma fase inicial da obra (fundação até desforma da laje do térreo) a preocupação é com a locação das instalações provisórias e estabelecimento de áreas para carga e descarga de materiais. A localização da betoneira inicial é definida nesta fase, podendo ocorrer mudanças de acordo com a necessidade da obra.

Essa flexibilidade de rearranjo layout em consonância com as diversas fases da obra pode ser utilizada a favor do operador ao introduzir uma gestão logística que vise minimizar o transporte e o manuseio de materiais dentro do canteiro com repercussão direta na produtividade e nos custos.

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 o esforço físico realizado pelo operador na produção de massas, muitas vezes sem auxílio do meio-oficial, com instrumentos inadequados, espaço físico escasso, associado a tarefas como a organização da sala de cimento, e a ausência de repouso adequado à musculatura dorsal, levam à necessidade de realização de posturas estereotipadas por parte do operador durante a execução de suas atividades. 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. O melhor transporte é aquele que não existe, ou seja, planejar e gerenciar a movimentação em canteiros de obras visa empenhar-se na aplicação desse princípio. Não transportar seria o princípio ideal se não fosse o caráter posicional do sistema produtivo da indústria da construção civil. No entanto, esta característica, através da qual os equipamentos, pessoas e materiais se movimentam ao invés do produto, faz com que a necessidade por transporte seja uma tarefa que não pode ser 100 % evitada. Dessa forma, como a proximidade entre betoneira e elevador de carga é priorizada, mas 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, recomenda-se:

- No espaço do canteiro de obras, os locais de armazenamento da areia, brita e cimento tenham a menor trajetória que liga dois pontos até a betoneira. Portanto, o fator linearidade, deve ser determinante na escolha do caminho. 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. 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 baía 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. Trajetórias com essas características exigem um maior esforço físico e como o transporte de carga se repete ao longo da jornada de trabalho, este tipo de percurso torna-se desgastante para o operador.

- 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.
- 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.
- 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.

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:

- O fato do produto edificação ser tipicamente posicional requer proximidade entre materiais, equipamentos e locais de utilização para que haja racionalização nas atividades de transporte. Este princípio deve ser determinante na definição do layout, ou seja, menores distancias entre locais de armazenagem do cimento, preparação e utilização.
- Disponibilizar dentro da sala de cimento duas áreas separadas para o armazenamento. Uma ficará vazia 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. Esse princípio evita transporte e movimentação extra de carga.

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 associar a relação entre concepção do espaço físico e fator de risco para o surgimento de lombalgias no operador de betoneira. Percebeu-se com esse estudo que o planejamento adequado do layout com base em critérios de logística de canteiro propicia um grande potencial de ganho na implantação de melhorias de produtividade e preservação da saúde do trabalhador. O esforço físico do trabalhador dispendido no canteiro de obras 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, além de uma movimentação de carga em um local não adequado a esse fim. A reorganização do espaço físico no canteiro de obras associado a um layout flexível que se altera nas diversas fases da obra com base em critérios de logística, é determinante para diminuir o risco de adoecimento do operador.

A gestão logística possibilita condições propícias para a realização de processos com eficiência, relacionadas à redução de distâncias e tempos de deslocamento entre local de armazenamentos de insumos e posto de trabalho, portanto determinante do menor risco de lombalgias no operador.

O dimensionamento adequado da sala de cimento, a melhoria nos princípios de transporte e armazenagem não requerem altos investimentos e proporcionam ganhos em produtividade e melhorias na qualidade do empreendimento. É evidente que o inadequado planejamento do layout contribui para 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 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.

O resultado das intervenções propostas será útil para subsidiar decisões a respeito da adequada concepção dos ambientes de trabalho no canteiro de obras, a favor da segurança e saúde do trabalhador, em atendimento a legislação trabalhista. Não há justificativas para não aplicabilidade das intervenções visto que os recursos despendidos são insignificantes face aos benefícios que resultam de sua execução qualificada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A. A. R; MUNIZ, J; SANTOS, A. U dos. **Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira**. Revista Ciências Exatas- Universidade de Taubaté(unitau)-Brasil- Vol 2, N 1, 2008. Disponível em HTTP: // periodicos.unitau.br. Acesso em novembro 2010.

CARDOSO, FRANCISCO F. **Importância dos Estudos de Preparação e da Logística na Organização dos Sistemas de Produção de Edifícios. Alguns Aprendizados a Partir da Experiência Francesa**. - In: 1o SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION A CONSTRUÇÃO SEM PERDAS, 1996.

COSTA, A. C. F.; SANTOS, R. B.; LIMA, F. B.; JUNGLES, A. E.; HEINECK, L. F. M.; **Gestão dos fluxos físicos nos processos construtivos de canteiros de obras – edificações**. Brasil - PORTO ALEGRE, RS. 2005. 10 p. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre, RS.

FARIA, N. M. **Organização do trabalho**. 243 p. São Paulo: Atlas S.A. 1984.

FERNANDES, R.C.P. & CARVALHO, F.M. **Doença do disco intervertebral em trabalhadores da perfuração de petróleo**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p: 661-669, jul-set. 2000.

FONTENELLE, M. A. M. **Projeto e planejamento de canteiro de obra – PPCO**. Universidade de Fortaleza, Curso de Engenharia Civil e Arquitetura, 2003.

FRITSCHÉ C.; LEAL, J. R.; MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. **Layout de canteiro de obras da construção civil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP, 16., 1996, Brasil, Piracicaba. Anais...Piracicaba: UNIMEP, 1996.

FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção – NR 18**. São Paulo, 1996.

GEHBAUER, F.; EGGENSPERGER M.; ALBERTI, M. E.; NEWTON, S. A. **Planejamento e gestão de obras, um resultado prático da cooperação técnica**. Brasil-Alemanha. Brasil, SENAI, 2003

GUÉRIN, F. *et al.* **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

HEINECK, L. F. M.; **Modificações nas instalações de canteiros de obras e o aumento da produtividade na indústria da construção civil**; 11º ENCO, Maio de 1993. Belém do Pará.

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.

MOTA, G.R. **Princípios de Movimentação e armazenagem na construção civil**. Universidade Federal do Ceará. Monografia submetida á coordenação do curso de Engenharia Civil como requisito parcial para obtenção do grau de engenheiro civil. Fortaleza, 2009. Disponível em www.deecc.ufc.br. Acesso em novembro 2010.

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.

OLIVEIRA, I. L.;SERRA, S. M. B. **Análise da organização de canteiros de obras**. Entac 2006- XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, SC. Disponível em www.ppgciv.ufscar.br. Acesso em setembro 2010.

SALES, A. L. F.; BARROS NETO, J. de P.; ALMINO, I. **A gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras focando a melhoria nos processos construtivos**. Brasil - São Paulo, SP. 2004. 13 p. CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2004, São Paulo; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo.

SAURIM, Tarcísio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Recomendações Técnicas Habitar-Planejamento de Canteiros de Obras e Gestão de Processos**. Volume 3. Porto Alegre, 2006. Disponível em <http://habitare.infohab.org.br>. Acesso em 25 set 2010.

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.

STUMM, S. B. **A influência do arranjo físico nos níveis de ruído em canteiros de obras.** Um estudo de caso na cidade de Curitiba, Paraná. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Construção Civil. Universidade Federal Paraná, 2006. Disponível em www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes. Acesso em novembro 2010.

TOMMELEIN, I. D. **Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge.** In: ALLEN, Robert H. (Ed.). Expert systems for civil engineers: knowledge representation. New York: ASCE. 287 p. cap. 10, p. 214-258. 1992.