

**ASPECTOS ERGONÔMICOS NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE PROJETOS:
ESTUDO DE CASO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS**

**ERGONOMIC ASPECTS IN THE PLANNING AND EXECUTION OF PROJECTS: A
TEXTILE PRODUCTS DISTRIBUTION CENTER PROJECT CASE STUDY**

Emerson Lourenço da Silva

E-mail: emerson.lourenco@tgw-group.com (Brasil)

Douglas Alves Cassiano

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Professor da Universidade Federal do ABC – UFABC

E-mail: douglas.cassiano@ufabc.edu.br (Brasil)

Jabra Haber

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo – USP

Professor da Universidade Federal do ABC – UFABC

E-mail: jabra.haber@ufabc.edu.br (Brasil)

Sérgio Ricardo Lourenço

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Professor da Universidade Federal do ABC – UFABC

E-mail: sergio.lourenco@ufabc.edu.br (Brasil)

ASPECTOS ERGONÔMICOS NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS

RESUMO

As fases de planejamento e execução do projeto do centro de distribuição de uma indústria têxtil de grande porte foram efetuadas avaliando-se os aspectos ergonômicos relativos às operações a serem executadas nas instalações e dados antropométricos dos funcionários. A análise ergonômica colaborativa das tarefas associada ao método de traçagem do alcance dos movimentos orientaram o planejamento das áreas de separação de pedidos, indução manual e consolidação de pedidos do centro de distribuição. Utilizando essa metodologia, foi possível efetuar o planejamento e a execução do projeto ergonomicamente adequado das três áreas estudadas.

Palavras-chave: Projetos; Ergonomia; Indústria Têxtil; Separação de Pedidos.

ERGONOMIC ASPECTS IN THE PLANNING AND EXECUTION OF PROJECTS: A TEXTILE PRODUCTS DISTRIBUTION CENTER PROJECT CASE STUDY

ABSTRACT

The planning and execution phases of a distribution center project of a large textile industry was examined. We evaluated the ergonomic aspects related to the operations to be performed by the facility and collected staff anthropometric data. The ergonomic collaborative analysis of tasks in association with the tracking method for distributed products, guided the planning of organizing orders and consolidation of orders from the distribution center. Using this methodology, it was possible to obtain a proper ergonomically project plan to execute these studied areas.

Keywords: Projects; Ergonomy; Textile Industry; Picking.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a necessidade de acompanhar os novos modelos de gestão para atender as exigências de um mercado cada vez mais competitivo e em transformação, tem impulsionado a aplicação de iniciativas para garantir a integridade dos empregados, assim como a busca da melhoria das condições de trabalho e a preservação de sua saúde física, psicológica e social. Há um crescente aprimoramento no estabelecimento de práticas e ações para melhoria da condição do trabalhador, na forma como elas podem ser identificadas, desenvolvidas, implantadas e mantidas (Coutinho *et al.*, 2010).

Pesquisas da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2011), estimam que 61,4% dos investimentos efetuados em 2011 estão relacionados à melhoria e aumento de capacidade de processos existentes. A figura 1 demonstra a importância da modernização da área fabril atualmente, de acordo com os objetivos de investimento das indústrias em 2011 e 2012.

Figura1- Objetivo do investimento das indústrias em 2011 e 2012.



Fonte: CNI (2011).

A aquisição de novos equipamentos, porém, não elimina a necessidade de trabalho humano nas distintas operações e postos de trabalho das empresas. Tendo em vista que a promoção de um ambiente de trabalho saudável e agradável constitui um fator de atratividade e manutenção de profissionais bem qualificados, essa premissa deve ser observada por apresentar influência direta na produtividade, e por consequência, na lucratividade e manutenção da competitividade da empresa.

Nesse contexto, o estudo de aspectos ergonômicos possibilita o estabelecimento de melhores relações de trabalho nas empresas, trazendo muitos benefícios para as organizações que vão desde a redução de custos com afastamento até o aumento de produtividade dos funcionários.

No presente trabalho efetuou-se um estudo dos aspectos ergonômicos para subsidiar com informações as fases de planejamento e execução do projeto de automação das atividades de uma instalação industrial. Mais especificamente, nos processos operacionais do Centro de Distribuição (CD) de uma empresa de grande porte do setor têxtil, localizada na região sul do país. O CD dessa empresa operava quase que exclusivamente pela ação humana antes da execução do projeto. Objetivou-se antever riscos laborais na empresa, efetuando na fase de planejamento do projeto o uso métodos e normas de ergonomia colaborativa e análise ergonômica do trabalho (AET), ou seja, o estudo das atividades das operações do CD *in loco* e com a participação efetiva dos operadores da empresa. Para tanto, foram efetuadas as seguintes etapas:

- Definição das tarefas que necessitam de estudos ergonômicos;
- Levantamento dos riscos laborais envolvidos nas tarefas a serem executadas;
- Desenvolvimento de postos de trabalho com condições ergonômicas favoráveis, utilizando metodologias e normas adequadas a cada situação específica.

1.1 ASPECTOS ERGONÔMICOS EM PROJETOS

Em referência a questões relativas ao estudo da ergonomia em projetos, a ação do gerente de projetos não deve ser limitada a proteção destes valores, mas também atentar para a possibilidade de criação de valor (FONSECA, 2012; ZHANG, 2011). Como informação para ilustrar a importância de projetar postos de trabalhos ergonomicamente adequados, somente no setor bancário brasileiro, entre 2000 e 2005, estima-se que foram pagos R\$ 981,4 milhões em auxílio-doença a 25 mil funcionários afastados do trabalho em média por 1,5 anos, devido a motivos relacionados a lesões

por esforço repetitivo / distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT), segundo Scopel *et al.* (2012).

Aspectos relativos a adequação ergonômica também podem definir a necessidade de promover alterações no projeto de produtos e processos industriais. A busca por maior facilidade de uso, conforto ou aspectos específicos demandados por características de consumidores e usuários (como faixa etária, gênero, nacionalidade e ramo de atividade entre outras), constituem a razão motivadora das alterações nos projetos devido a fatores ergonômicos (DE LA GARZA *et al.*, 2012; STRAIN e PREECE, 1999).

Existem inúmeros casos de projetos para alterações de produtos, processos e equipamentos devido a aspectos ergonômicos reportados na literatura. Como alguns exemplos, podem ser citados os trabalhos de Laios e Giannatsis (2010), sobre o projeto de alteração de bicicletas infantis para atenderem a características antropométricas das crianças gregas, o de Parimalam *et al.* (2011), sobre o *redesign* de tinas para facilitar a operação do processo de tingimento de tecido na Índia e o de Tenneti *et al.* (2012) sobre o projeto de modificação de produtos eletrônicos para que pessoas da terceira idade se sentissem mais confiantes quanto a sua capacidade de saberem utilizá-los.

O estudo da ergonomia surgiu na Segunda Guerra Mundial, por meio de trabalhos interdisciplinares realizados por profissionais de diversas áreas de atuação como engenheiros, fisiologistas e psicólogos, com o intuito de estudar os aspectos humanos e de trabalho envolvidos nas operações militares (IIDA, 2005).

Por ser um conceito amplo, existem diversas definições para ergonomia, que de maneira geral ressaltam a interdisciplinaridade e seu objeto de estudo, ou seja, a interação entre o homem e o trabalho. Wisner (1987) apresenta a seguinte definição de ergonomia:

“Ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relacionados ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.”

Já a *International Ergonomics Association* (IEA, 2012) aponta que:

“Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica, que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem otimizar o bem estar humano e o desempenho global de sistemas.”

A ergonomia pode ser dividida em três domínios de especialização: ergonomia física, ergonomia cognitiva e a ergonomia organizacional (IEA, 2012). A ergonomia física estuda os aspectos relacionados às atividades físicas realizadas pelas pessoas, levando em consideração abordagens como características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica. A ergonomia cognitiva estuda os aspectos relacionados à interação das pessoas com o meio, como a percepção, memória, raciocínio e resposta motora. Por fim, a ergonomia organizacional estuda os aspectos relacionados aos sistemas sócio-técnicos, abordando as estruturas organizacionais, políticas e processos.

A antropometria é a ciência que estuda as medidas do corpo humano. Exerce um papel fundamental dentro do campo de estudos da ergonomia, pois é necessário conhecê-la para dimensionamento de postos de trabalhos, produtos, etc. Iniciou-se como ciência a partir da publicação da obra *Antropometrie* em 1870, e seu estudo divide-se em: somatometria, cefalometria, pelvimetria, osteometria e odontometria. A somatometria consiste na avaliação das dimensões dos corpos das pessoas; a cefalometria é um estudo dedicado às medidas da cabeça dos indivíduos; a pelvimetria é o estudo específico das dimensões pélvicas; a osteometria avalia as dimensões ósseas e a odontometria estuda especificamente as dimensões dos dentes e das áreas dentárias (SILVA *et al.*, 2007).

A necessidade de medidas detalhadas e confiáveis para executar projetos e produtos que proporcionem maior conforto e sejam adequados aos clientes acompanha o desenvolvimento do avanço das tecnologias. Assim, em relação à questão da padronização das medidas antropométrica, é necessário observar três pontos importantes no projeto de instalações industriais (IIDA, 2005):

- Para cada situação específica, definir a natureza das dimensões antropométricas;
- Efetuar medidas das dimensões para obtenção de dados confiáveis;
- Aplicar corretamente os dados obtidos.

Algumas das especificidades das dimensões antropométricas do primeiro ponto são as diferenças entre os gêneros, variações intra-individuais, variações étnicas, influência do clima nas proporções corporais, tipo físico, entre outros.

Os dados antropométricos e os aspectos ergonômicos auxiliam no entendimento de como o ambiente de trabalho influencia o desempenho, a fadiga, o desgaste e os danos físicos que podem

ser causados as pessoas que nele atuam. Assim, na fase de projeto esses dados podem ser utilizados para determinar a escolha mais adequada do arranjo físico das instalações industriais.

1.2 ARRANJO FÍSICO

Arranjo físico é a disposição de máquinas, equipamentos e instalações visando a obtenção do melhor fluxo produtivo dentro de uma planta industrial. Para o planejamento de arranjo físico quatro princípios importantes que devem ser levados em consideração (MACHLINE, 2000):

- Princípio da economia do movimento – Reduzir a distância percorrida;
- Princípio do fluxo progressivo – Movimento ininterrupto entre as operações;
- Princípio da flexibilidade – A possibilidade adaptar o arranjo à mudanças;
- Princípio da integração – A integração entre os fatores é necessária para que o arranjo físico seja ótimo.

Também devem ser observados durante o planejamento a segurança inerente; extensão do fluxo; clareza do fluxo; conforto para os funcionários; coordenação gerencial; acessibilidade e uso do espaço e flexibilidade em longo prazo entre outros.

Existem quatro tipos de arranjo físico, relacionados ao tipo de processo que visam atender: arranjo físico posicional; arranjo físico funcional; arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

No arranjo físico posicional, o produto, em virtude de seu peso ou tamanho, permanece em um único local, assim os equipamentos de manufatura são levados até o produto.

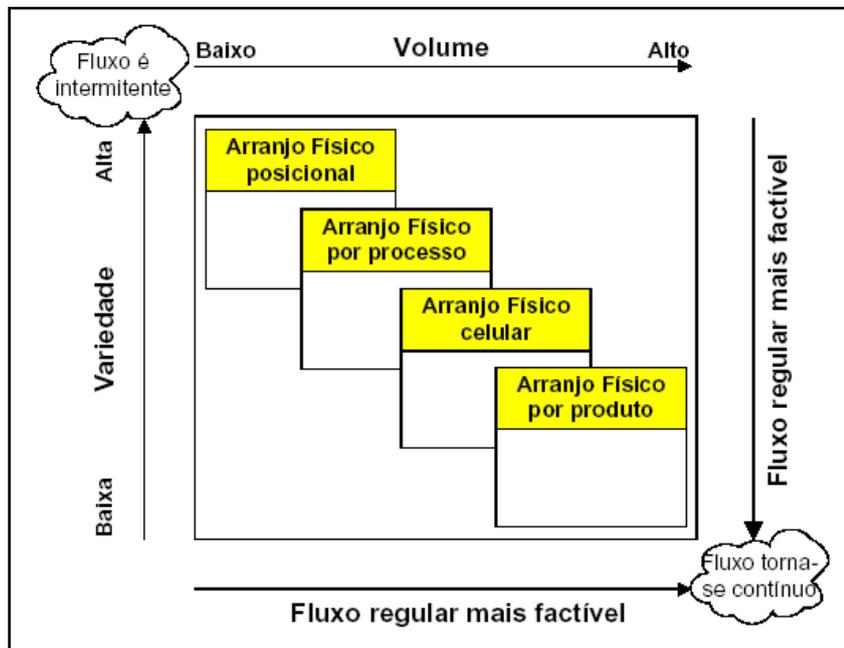
Em relação ao arranjo físico funcional, os equipamentos ou funções similares são agrupados. A peça é levada a cada grupo funcional de equipamentos conforme sequência estabelecida de operações.

O arranjo físico celular por sua vez, agrupa equipamentos em centros de trabalho ou células, para trabalharem em produtos que têm formatos e necessidades de processamento similares.

No arranjo físico por produto os equipamentos ou os processos de trabalho são dispostos de acordo com as etapas progressivas da produção.

Quando necessário, esses tipos de arranjos físicos podem ser combinados resultando em um arranjo físico misto. A figura 2 mostra que o tipo de arranjo físico mais adequado deve ser determinado levando-se em conta a variedade e volume de produtos a serem produzidos.

Figura 2 - Comparação Volume-Variedade para processo e arranjo físico.

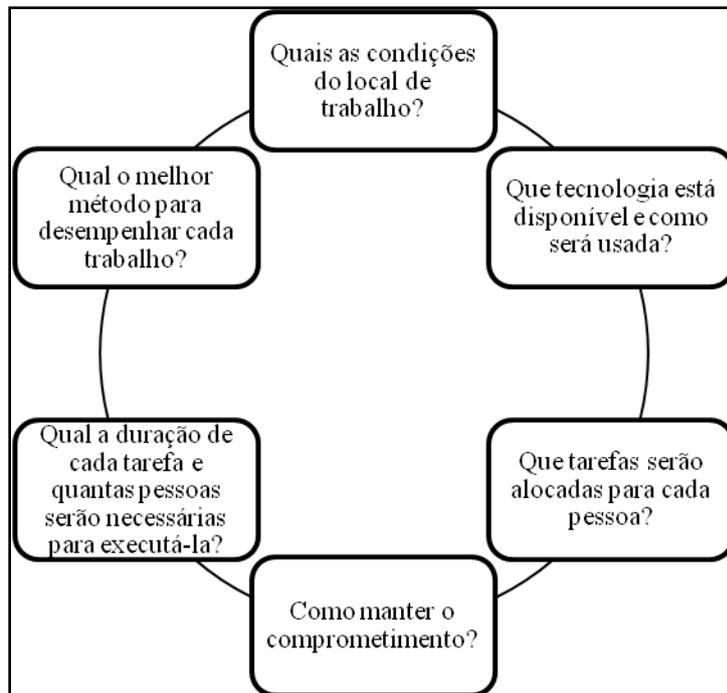


Fonte: Adaptado de SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON(2009).

1.3 POSTOS DE TRABALHO

A maneira como estão dispostos e relacionados fisicamente o homem, o equipamento e o ambiente é denominada posto de trabalho. Na análise dos postos de trabalho podem ser utilizados dois enfoques distintos: taylorista ou ergonômico. O enfoque taylorista visa a economia de movimentos, e o enfoque ergonômico abrange os aspectos da biomecânica nas interações entre homem, máquina e meio ambiente. A figura 3 apresenta os pontos relevantes que possuem relação para o desenvolvimento adequado do projeto do trabalho.

Figura 3 - Elementos do projeto de trabalho.



Fonte: Adaptado de SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009.

Assim como os elementos importantes no desenvolvimento de projeto de postos de trabalho, Iida (2005) enumera cinco etapas principais para o desenvolvimento de projetos: análise da atividade; arranjo físico do posto de trabalho; dimensionamento do posto de trabalho; construção e teste do modelo; e ajustes individuais. A tabela 1 enumera as principais atividades que devem ser analisadas para o projeto de um posto de trabalho.

Tabela 1 - Atividades para projeto de um posto de trabalho.

1	Levantamento sobre as características da tarefa, equipamento e ambiente usando técnicas como observações, entrevistas, questionários ou filmagens.
2	Identifique o grupo de usuários para realizar medidas antropométricas relevantes ou procure obtê-las em tabelas.
3	Determine as faixas de variações das medidas antropométricas para altura de assentos, superfícies de trabalho, alcances e apoio em geral.
4	Estabeleça prioridade para as operações manuais, colocando aquelas principais na área de alcance preferencial.

5	Providencie espaços adequados para acomodação e movimentação dos braços, pernas e tronco.
6	Localize os dispositivos visuais dentro da área normal de visão.
7	Verifique a entrada e saída de materiais e de informações de/para outros postos de trabalho.
8	Elabore um desenho do posto de trabalho em escala e posicione os seus principais componentes.
9	Construa um modelo (<i>mock-up</i>) em tamanho natural para testes com sujeitos.
10	Construa um protótipo para testes em condições reais de operação.

Fonte: Adaptado de IIDA, 2005.

1.4 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS

A gestão de estoque de matérias-primas e de produtos acabados é necessária em todas as atividades industriais e comerciais para obtenção de ciclos adequados de produção e para suprir os serviços demandados pelo mercado. A operação física da gestão de estoques é realizada pelos CDs, cujas principais atividades são: recebimento, armazenagem, estocagem, manuseio, embalagem protetora, processamento de pedidos, separação da mercadoria, distribuição (transportes) e administração de informações (GUIMARÃES, 2007).

Um centro de distribuição é a antítese de um armazém de estocagem. Armazéns são simplesmente a expressão física das necessidades de armazenamento de grandes estoques de mercadorias. Os centros de distribuição, em contraste, representam uma ponte entre varejistas e seus fornecedores: eles servem para processar a entrada de bens de forma eficiente, garantindo que as entregas de bens coincidam com o atendimento das ordens de compra e ordens de transporte de envio para a loja correta. Ao invés de ser somente um local para o armazenamento, um CD é composto também por um sistema de separação e gerenciamento de movimentação de mercadorias, por uma rede de alta velocidade de transporte automatizado de bens interno, além de um sistema de informação sofisticado para controlar o movimento desde a recepção da linha de produção às docas de expedição, seguindo destas para as docas de embarque e recebimento por caminhões ou outros

meios de transporte, assim como todo o processamento das transações fiscais e comerciais relativas a essas movimentações.

Fisicamente, o tamanho comparativo de um armazém e de um centro de distribuição fornece uma indicação das diferenças fundamentais entre os dois. Segundo Abernathy (1999) um armazém construído para suportar as lojas próprias de varejo de um grande varejista de roupas na década de 1980 em Manhattan ocupava cerca de 60.000 metros quadrados de superfície de piso, equipado com cerca de 50 docas para carga e descarga de caminhões. Em anos mais recentes, um centro de distribuição construído para o mesmo conjunto de lojas não ultrapassaria mais do que 28.000 metros quadrados, abrigando 150 docas de caminhões.

Quatro tecnologias tornaram possíveis as operações efetuadas no centro de distribuição moderno: (1) códigos de barras e sistemas de *softwares* de leitura e gerenciamento associados; (2) maior confiabilidade e precisão de *scanners* a laser e outros sistemas automatizados de identificação de mercadorias; (3) aumento a preços acessíveis da capacidade de processamento computacional e (4) sistemas de correias transportadoras de alta velocidade, com controles avançados de roteamento. O sistema informatizado de gerenciamento de estoque em um CD é composto pelos itens listados (1) a (3), e não possui atualmente nenhum gargalo para aumento de velocidade de execução e atendimento as demandas de mercado, a não ser limitações físicas das operações que não possam ser executadas por máquinas. Já o item (4), referente aos transportadores de correia em um centro de distribuição típica podem lidar com até 120 itens por minuto, sendo que a tecnologia de transporte por correias (*conveyance*) atingiu o ponto em que o fator limitante no transporte físico atualmente é o tempo que se leva para carregar os caminhões (ABERNATHY *et al.*, 1999).

Em um CD de produtos têxteis típico, as operações distinguem-se em: separação das mercadorias (por processos como o *picking* ou a indução manual), consolidação dos pedidos, expedição e embarque dos bens para seu destino final.

1.5 ÁREA DE PICKING

A separação de pedidos ou *picking* como é conhecida no jargão industrial, é o processo de seleção e retirada dos produtos do seu local de armazenagem em resposta a uma solicitação do cliente (KOSTER *et al.*, 2007).

A atividade de *picking* na empresa estudada compreende os processos de agrupamento e agendamento de pedidos, definição do local físico de cada item têxtil (ou *stock keeping unit*, SKU),

sequência da liberação do pedido, sequência de separação, retirada dos SKUs dos locais de armazenagem e envio até a área de consolidação dos pedidos para posterior expedição e embarque.

Para o armazenamento e posicionamento das caixas contendo os SKUs nas operações de *picking* são utilizadas plataformas dinâmicas ou *flow racks*. Os *flow racks* são estantes contendo prateleiras inclinadas com roldanas que permitem a descida das caixas por meio da gravidade, eles asseguram a ordem de chegada das caixas e a facilidade de acesso pelos operadores (WALTER e RODRIGUEZ, 2011).

Segundo Koster (2007), o sistema de separação tem como principal objetivo elevar ao máximo o nível de serviço, como: mão-de-obra, equipamentos e capital. O nível de serviço está relacionado ao tempo de entrega, à integridade e à acuracidade do pedido. Dessa maneira, os serviços aos clientes são diretamente impactados pela eficiência desse sistema.

No projeto de instalação do setor de *picking*, a empresa optou pela utilização de *flow racks* para facilitar o deslocamento e seletividade de grande quantidade de pequenos itens embalados em caixas. Uma ilustração esquemática de uma estação de *picking* com *flow rack* é apresentada na figura 4.

Figura 4 - Estação de *picking* com *flow racks*.



Fonte: TGW-CSI (2012)

1.6 ÁREA DE INDUÇÃO MANUAL

A indução manual, também denominada “*picking goods-to-man*”, é uma área de separação dos pedidos onde as caixas com as roupas vão até os operadores para que estes selecionem a quantidade necessária de itens indicada em um monitor a sua frente. Essa operação distingue-se do *picking* convencional, pois o produto é movimentado até o operador, que apenas exerce a atividade de separação das roupas nos tipos e quantidades requeridos. No *picking* tradicional, o operador é que se movimenta até o produto para separá-lo. Essa distinção faz com que o *picking* convencional tenha produtividade menor que a área de indução manual. Entretanto, apesar desta vantagem operacional, devido a complexidade associada às operações de separação de pedidos, nem sempre é possível efetuar toda a separação pela indução manual, sendo necessário ter a alternativa de utilizar o *picking* convencional para alguns itens.

Na área de indução manual as peças são inseridas no equipamento que faz a separação dos itens de acordo com seus respectivos pedidos. As peças que passam por essa área possuem a maior quantidade de solicitações durante a separação dos pedidos. O processo consiste na movimentação das caixas contendo as roupas, indicação no monitor da quantidade a ser retirada da caixa, retirada das peças necessárias com inserção das mesmas na esteira e devolução da caixa na linha de retorno.

Para o projeto de automação do centro de distribuição da empresa foram consideradas duas áreas de separação distintas, ou seja, áreas de *picking* e indução manual, para garantir a produtividade necessária, efetuando-se um balanceamento do espaço útil das instalações e observando-se custo total do projeto.

1.7 ÁREA DE CONSOLIDAÇÃO DE PEDIDOS

A consolidação de pedidos é a área do sistema onde as roupas provenientes das áreas de separação de pedidos são acondicionadas na caixa de papelão que será utilizada para transporte dos produtos ao o cliente. Essa operação necessita ser efetuada por um operador para que este decida qual é o melhor aproveitamento de alocação das roupas dentro da caixa de modo a maximizar a utilização do espaço.

Essa operação consiste em retirar as roupas da calha que as recebe e colocá-las na caixa posicionada a frente da calha. Após essa operação, a caixa é empurrada para uma esteira e por fim uma nova caixa vazia é posicionada para a recepção e alocação das peças têxteis. Para que as caixas

sejam reconhecidas nas esteiras da expedição, estas tem seu código de barras associado com o código de barras da calha de saída. Essa operação de associação de códigos é efetuada pelo operador através de um leitor manual de código de barras. Essa informação permite que a área de expedição posteriormente fixe uma etiqueta com as informações referentes ao pedido, como a descrição dos itens do pedido, nome do cliente e endereço de entrega entre outros.

2 METODOLOGIA

O trabalho em questão trata-se de uma pesquisa-ação, de caráter exploratório, tendo sido usado como procedimento técnico o estudo de caso em uma empresa do setor têxtil. Em seu desenvolvimento foi efetuada a aplicação de conceitos e normas de ergonomia nas fases de planejamento e execução de um projeto adequadamente ergonômico dos postos de trabalho da empresa.

As instalações industriais da empresa têxtil onde o trabalho foi realizado localizam-se no estado de Santa Catarina. É uma empresa de grande porte do setor, e atualmente conta com cerca de 5000 funcionários diretos e indiretos. O projeto executado nesse estudo é referente a automação das operações do centro de distribuição da empresa, onde atuam por volta de 50 operadores por turno de trabalho, divididos em dois turnos de oito horas.

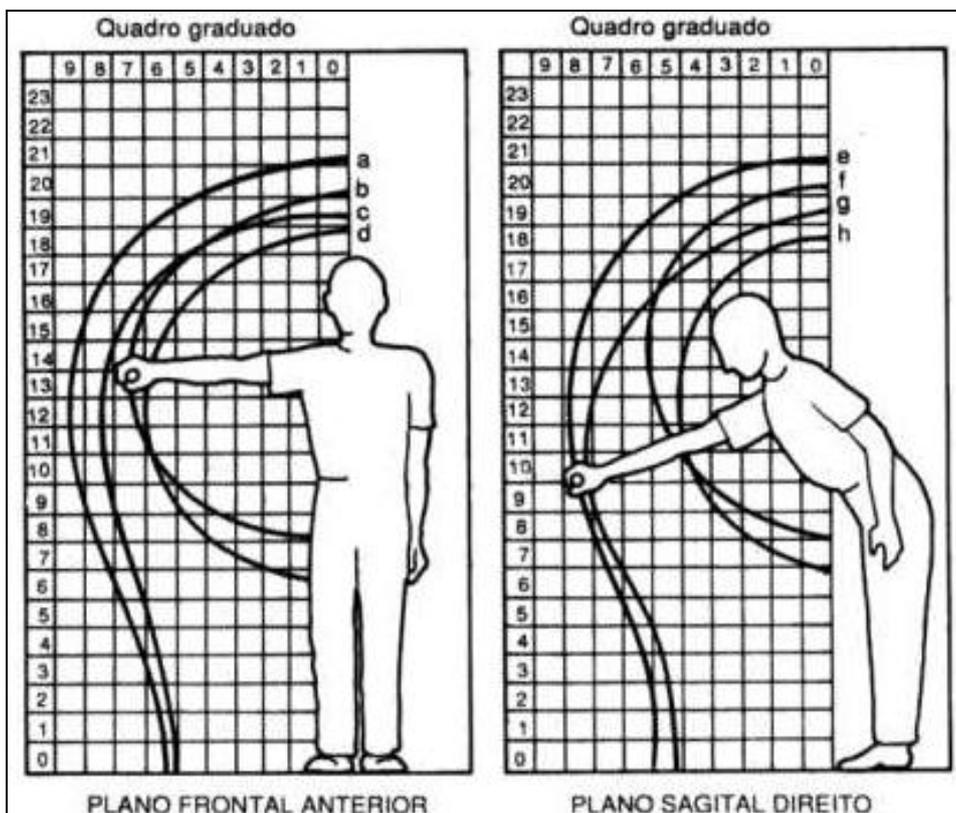
A fase de planejamento do projeto de automação ocorreu ao longo do ano de 2011, e sua execução entre os meses de janeiro a março de 2012. Também acompanhou-se o *start up* e os três primeiros meses de operação do CD, após a execução do projeto.

Inicialmente, durante o ano de 2011, foram observadas as atividades desenvolvidas manualmente pelos funcionários durante o processo de separação de pedidos com intuito de coletar dados e elaborar o planejamento do projeto da linha de separação de pedidos automatizada do CD. O levantamento *in loco* destas informações subsidiou o planejamento técnico do projeto assim como atender os requisitos de ergonomia e segurança do trabalho necessários à atividade.

As atividades de manuseio de roupas, devido a características inerentes a esse produto, são de difícil automação, e por isso necessariamente efetuadas por ação humana. Diversos métodos podem ser utilizados para o *design* ergonômico destas atividades, como o uso de questionários, análise de tarefas ou outras metodologias, conforme for adequado para cada situação estudada (NICKEL e FERREIRA, 2011).

Para o desenvolvimento do projeto do centro de distribuição têxtil foi necessário o levantamento de dados antropométricos dos operadores da empresa que atuam nas áreas de *picking*, da indução manual e de consolidação de pedido. Esses dados foram obtidos junto ao departamento de Saúde e Segurança do Trabalho da empresa, principalmente a estatura dos funcionários que trabalham nas áreas relacionadas, utilizando-se o estadiômetro de uma balança antropométrica. A obtenção dessas informações permitiu a determinação o alcance dos movimentos do operador nas atividades, para assim poder dimensionar os elementos que comporão as estações de trabalho. No dimensionamento e análise do *lay out* de todos os postos de trabalho do estudo, foi utilizado o quadro graduado para traçar o alcance máximo dos operadores. A figura 5 apresenta um exemplo de quadro graduado.

Figura 5 – Quadro de alcance dos movimentos.



Fonte: IIDA(2005).

A AET por sua vez constitui na observação e investigação sistemática das atividades exercidas pelos funcionários nas empresas. É construída efetuando-se uma análise da demanda das atividades, onde se busca especificar quais os objetivos a serem alcançados para quantificação e delineamento das variáveis chave para atingi-los (SALERNO, 1999). No presente trabalho, foram utilizadas técnicas de ergonomia colaborativa, como entrevistas com funcionários da empresa e observação da execução do trabalho *in loco* para delineamento das atividades que necessitariam atenção em relação a questões de ergonomia, principalmente com os operadores que atuam nas áreas de *picking*, da indução manual e de consolidação de pedido.

Para o projeto ergonomicamente adequado das atividades de *picking* minimizando o desconforto dos operadores foi efetuado o dimensionamento dos níveis de *flow racks* e altura das esteiras transportadoras. Optou-se para a operação de reabastecimento do *flow rack* o uso de um AS/RS (*Automated Storage and Retrieval System*), ou seja, de um sistema de armazenamento e abastecimento automático não necessitando de interferência humana nessa atividade. Já para as estações de indução manual foi efetuado o dimensionamento das alturas e posições das esteiras, computador e mesa de preparação das roupas.

Outro fator impactante no dimensionamento ergonômico dos processos de *picking* e indução manual observado no projeto foi o levantamento automatizada curva ABC. Os produtos que contemplam os itens A, ou seja, os produtos mais solicitados são posicionados pelo sistema nos níveis de melhor acesso ao operador no *flow rack*. Esse fato não possui relação com o dimensionamento das alturas dos níveis do *flow rack* propriamente dito, porém é considerado na fase de projeto para efeito do controle do sistema de gerenciamento WMS (*Warehouse Management System*) e principalmente para proporcionar conforto aos operadores durante a operação.

3 RESULTADOS

Da análise ergonômica do trabalho efetuada, observou-se que durante a separação dos SKUs nas estações de *picking*, os operadores executam duas atividades repetitivas, que são a retirada das roupas de dentro das caixas e posterior colocação na esteira transportadora e a retirada das caixas vazias do *flow rack*. Esse mesmo conceito também vale para as estações de indução manual, porém

nesses postos, para fins de *lay out*, verificou-se a existência de posições e necessidades diferentes das estações de *picking*.

Em relação ao estudo da AET para as atividades de consolidação de pedido, as tarefas associadas a essa operação observadas foram a alimentação de caixas vazias, retirada das roupas da calha que as recebe e arrumação na caixa que fica a frente da calha. Após a finalização da caixa observou-se que esta é empurrada para a esteira que fica a frente da posição da caixa. Para facilitar as atividades desta operação, estipulou-se que as caixas de papelão seriam previamente montadas e estocadas próximas aos operadores. De acordo com as informações referentes a essas atividades, a altura dos funcionários e as necessidades desse posto de trabalho é que foram dimensionados no projeto a altura e distância da calha de saída das roupas, a altura da bandeja de posicionamento das caixas e a altura e distância da esteira de transporte.

3.1 DADOS ANTROPOMÉTRICOS DOS FUNCIONÁRIOS DA EMPRESA

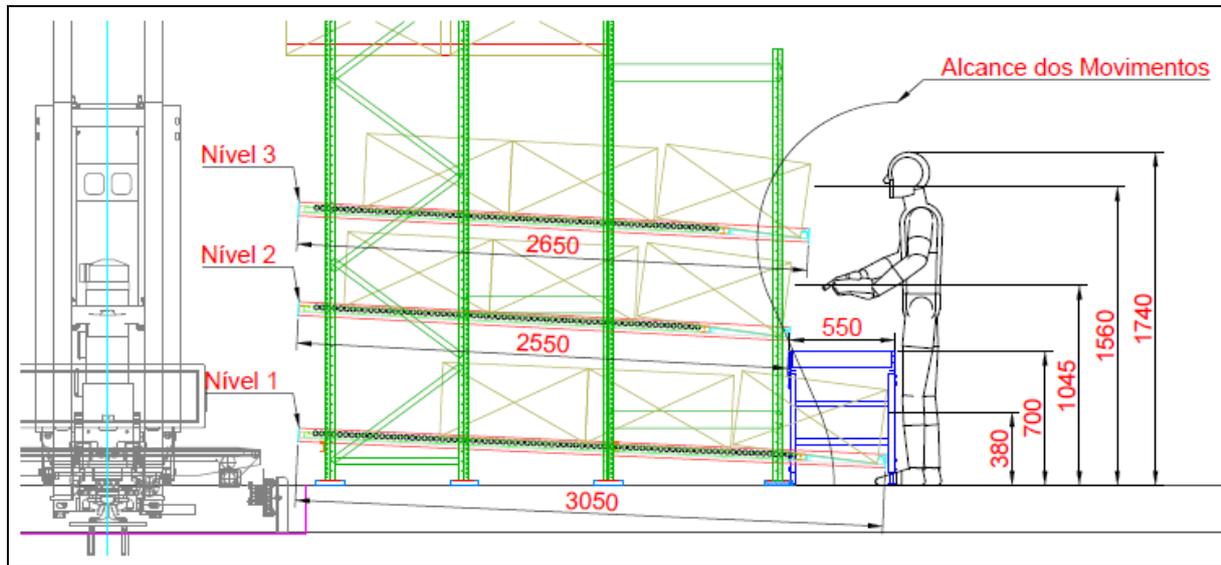
A partir das medições efetuadas pelo departamento de Saúde e Segurança do Trabalho dos operadores da empresa foi obtida a estatura média de 1,74 m com desvio padrão de 0,02 m. Da traçagem dos alcances dos movimentos dos operadores com essa informação, obtiveram-se os valores de 850 mm de alcance máximo frontal e a altura máxima para o *flow rack* de 1,80 m.

Utilizando estes dados foi dimensionada a estação de trabalho com três níveis de *flow rack* para a área de *picking*: o primeiro à 380 mm de altura, o segundo a 1045 mm de altura e o terceiro a 1560 mm de altura. A esteira transportadora foi projetada com 700 mm de altura e 550 mm de largura localizada a frente do segundo nível de *flow rack*. Todas as dimensões obtidas são compatíveis com os tamanhos de caixa utilizados pela empresa.

Para facilitar o acesso aos produtos foram considerados, de acordo com a Curva ABC, para o nível 1 produtos classificados como item C, para o nível 2 produtos classificados como item B e para o nível 3 produtos classificados como item A.

O *design* de instalação da estação de *picking* ergonomicamente adequado é apresentado na figura 6.

Figura 6 - Projeto de instalação da estação de *Picking*.



Na figura é apresentada a estação de picking depois de executada sua instalação no centro de distribuição da empresa.

Figura 7 - Estação de *picking* após instalação.



A partir dos dados antropométricos também foi dimensionada a estação de indução manual. A esteira transportadora que leva a caixa até o operador foi projetada com 800 mm de altura e 850 mm de largura para que a caixa seja transportada na posição transversal. A mesa de preparação das

roupas foi projetada com 850 mm de altura e foi desenvolvida com cantos arredondados para evitar acidentes com os operadores. O computador teve seu suporte projetado a uma distância frontal de 300 mm e com altura de 1100 mm. As figuras 8 e 9 apresentam o projeto concebido para essa área.

Figura 8 - Lay out da estação de Indução Manual.

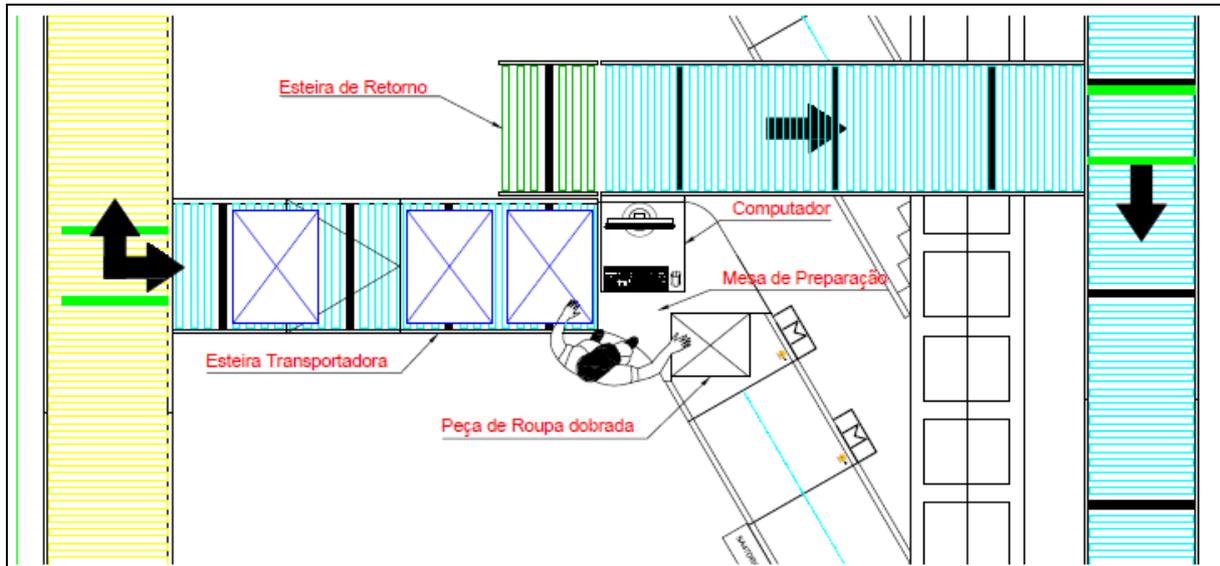
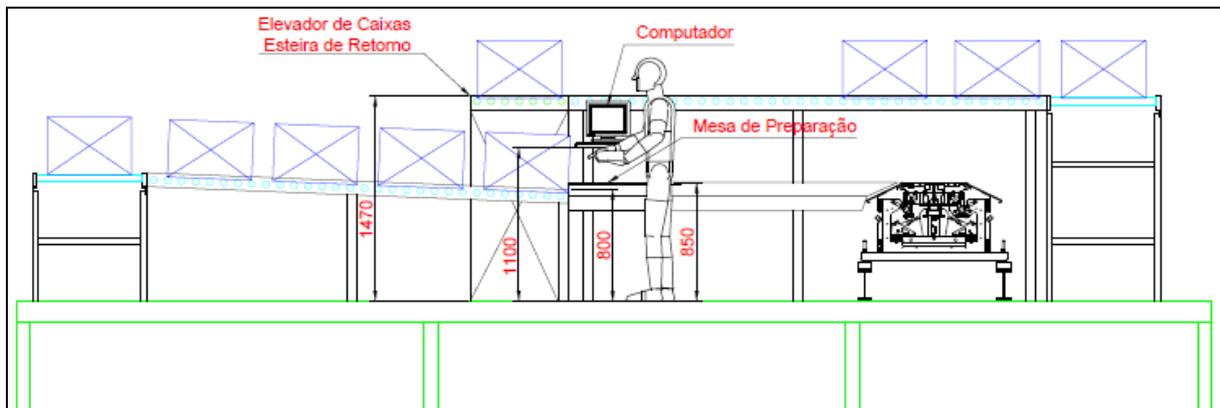


Figura 9 - Projeto da estação de Indução Manual.



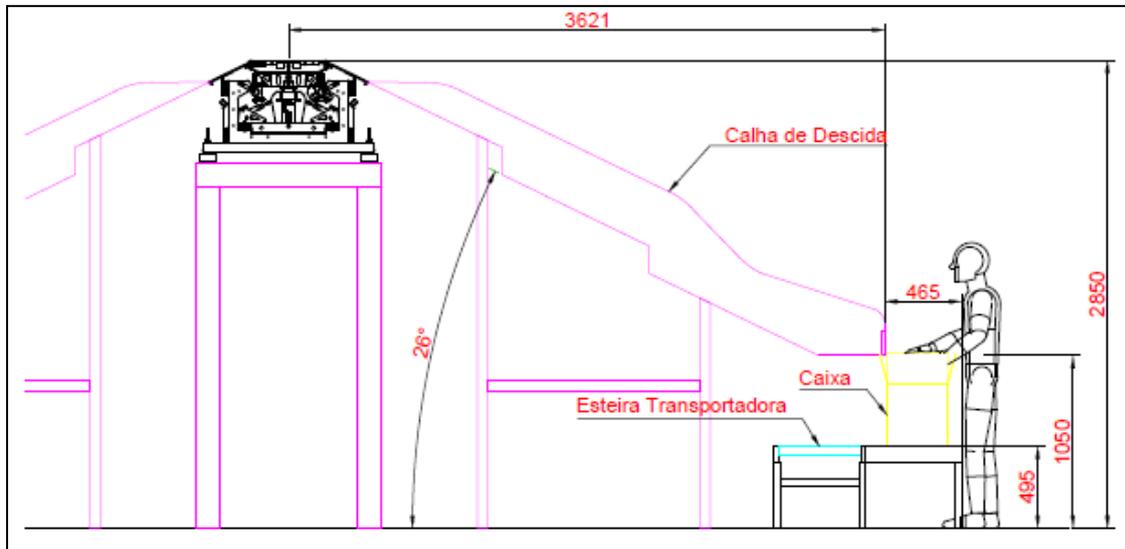
Na figura 10 é apresentada a estação de indução manual após sua instalação no centro de distribuição da empresa.

Figura 10 – Instalações da estação de Indução Manual do centro de distribuição.



Na estação de trabalho da área de consolidação de pedidos, a calha que leva as roupas até o operador foi projetada com 1050 mm de altura e 465 mm de distância frontal até o operador. O ângulo de descida dimensionado foi de 26°, afim de permitir a descida das roupas em uma velocidade adequada. A esteira que leva a caixa até o operador foi projetada com 495 mm de altura e 500 mm de largura, para que a caixa seja transportada no sentido do comprimento. A mesa de preparação das caixas foi projetada com 495 mm de altura, 600 mm de largura e foi desenvolvida com cantos arredondados para evitar acidentes com os operadores. O projeto dessa área é apresentado na figura 11.

Figura 11 - Projeto da estação de Consolidação de Pedidos.



Na figura 12 é apresentada a estação de consolidação de pedidos, após sua instalação no centro de distribuição da empresa.

Figura 12 - Estação de Consolidação de Pedidos depois de instalada.



Uma indicação positiva de que o planejamento e a execução adequadamente ergonômicos do projeto de automação do CD foram efetuados, é o fato de que, durante os três primeiros meses de operação do sistema automatizado não houve nenhum registro de reclamação ou ocorrência de incidentes relacionados à ergonomia por parte dos operadores dos setores da empresa que foram automatizados. O Departamento de Saúde e Segurança do Trabalho da empresa também informou que não foram constatadas queixas de dores por parte dos operadores e não houve nenhum afastamento de funcionários devido a motivos médicos durante esse período.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi efetuado o projeto de instalação do centro de distribuição de uma indústria têxtil, orientando-se pelos aspectos ergonômicos relacionados às atividades de trabalho e dados antropométricos levantados com os próprios operadores da empresa.

No setor de *picking* foi possível efetuar o dimensionamento e a instalação ergonomicamente adequados de três níveis para o *flow rack* a partir desses dados, levando-se em conta também a alocação dos produtos no *flow rack* de acordo com seus níveis de utilização (Curva ABC) gerenciado pelo WMS. O projeto e a instalação com dimensões e *design* ergonomicamente adequado das estações de trabalho dos setores de indução manual e consolidação dos pedidos também foram efetuadas a contento. Projetar e instalar o *lay out* das três áreas estudadas também foi possível utilizando-se a mesma metodologia.

O método de traçagem do alcance dos movimentos combinado à análise ergonômica de tarefas demonstrou ser uma ferramenta útil na orientação do dimensionamento dos postos de trabalho para fins de projeto e instalação, pois durante os três primeiros meses de operação do sistema automatizado não houve registros de reclamação ou ocorrências de incidentes relacionados à ergonomia no CD da empresa.

*AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa TGW-CSI pelo apoio para que fosse possível a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Abernathy, F. H.; Dunlop, J. T.; Hammond, J. H. Weil, D. (1999). A stitch in time: Lean retailing and the transformation of manufacturing - lessons from the apparel and textile industries. Oxford Press, 384 p.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria (2011). Investimentos na indústria. Informativo da Confederação Nacional das Indústrias, 3(1), 1-11.
- Coutinho, M. L. G.; Maximiano, A. C. A.; Limongi-França, A. C. (2010). Implantação de programas de qualidade de vida no trabalho com o modelo de gestão de projetos. Revista de Gestão e Projetos, 1(1), 172-189.
- De la Garza, C.; Labarthe, J. P.; Graglia, L. (2012) The contribution of ergonomics to risk analysis in the design process: the case of a future control room. Work, 41, 730-736.
- Fonseca, B. B.; Aguilera, M. V. C.; Vidal, M. C. R. (2012) Conceptual design pattern for ergonomic workplaces. Work, 41, 797-803.
- Guimarães, J. N. (2007). Centro de distribuição: Investimento ou sobrevivência. Revista de Administração da UNIMEP, 5(3), 68-80.
- IEA - International Ergonomics Association (2012). Portal da IEA na internet. Disponível em: <<http://www.iea.cc/>>. Acesso em: 04 maio 2012.
- Iida, I. (2005). Ergonomia: Projeto e Produção, 2ª edição. Editora Edgard Blucher, 632 p.
- Koster, R.; Le-Duc, T.; Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. European Journal of Operational Research, 182(2), 481-501.
- Laios, L.; Giannatsis, J. (2010) Ergonomic evaluation and redesign of children bicycles based on anthropometric data. Applied Ergonomics, 41, 428-435.
- Machline, C.; Motta, I. S.; Schoeps, W.; Weil, K. E. (1990). Manual de administração da produção. Editora FGV, 617 p.
- Nickel, E. M.; Ferreira, M. G. G. (2011). Análise ergonômica do trabalho em uma lavanderia hospitalar visando o design de um novo sistema para transporte de roupas. Ação Ergonômica, 5(2), 1-11.

- Parimalam, P.; Premalatha, M.R.; Padmini, D.S.; Ganguli, A. K. (2011) Participatory ergonomics in redesigning a dyeing tub for fabric dyers. *Work*, 43, 453–458.
- Salerno, M. S. (1999). Análise ergonômica do trabalho e projeto organizacional: Uma discussão comparada. *Produção*, 9, 45-60.
- Scopel, J.; Wehrmeister, F. C.; Oliveira, P.A.B (2012) LER/DORT na terceira década da reestruturação bancária: novos fatores associados? *Revista de Saúde Pública*, 46(5), 875-885.
- Silva, J. C. P.; Martins, A. P.; Soares, J. M. R.; Leite, M. K.; Paschoarelli, L. C.; Boueri, J.J. (2007). Antropometria: uma visão histórica e sua importância para o *design*. *Revista Assentamentos Humanos*, 9(1), 9- 16.
- Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. (2009). *Administração da Produção*. Editora Atlas, 747 p.
- Strain, J. D.; Preece, D. A. (1999) Project management and the integration of human factors in military system procurement. *International Journal of Project Management*, 17(5), 283-292.
- Tenneti, R.; Johnson, D.; Goldenberg, L.; Parker, R.A.; Huppert, F.A. (2012) Towards a capabilities database to inform inclusive design: Experimental investigation of effective survey-based predictors of human-product interaction. *Applied Ergonomics*, 43, 713-726.
- TGW-CSI (2012). Sistema de Separação de Pedidos. Site da TGW-CSI Group. Disponível em: <www.csilogmat.com>. Acesso em 10/03/2012.
- Walter, O. M. F. C.; Rodriguez, C. M. T. (2011). Aplicação do lean supply chain management: Pesquisa ação em uma indústria metal mecânica. In: I Congresso Brasileiro de Engenharia de produção, Ponta Grossa.
- Wisner, A. (1987). *Por dentro do trabalho - ergonomia: Métodos e técnicas*. Editora FTD/Oboré.
- Zhang, H. (2011) Two Schools of Risk Analysis: A Review of Past Research on Project Risk. *Project Management Journal*, 42 (4), 5–18.

Data do recebimento do artigo: 23/03/2012

Data do aceite de publicação: 21/05/2012