

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA PARA O SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO  
DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE  
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE  
MODALIDADE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
POR

**FRANCISCO HORÁCIO DE MELO BASILIO**  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Vilma Maria Villarouco Santos, Dsc

**RECIFE, setembro/2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**B312a**

**Basílio, Francisco Horácio de Melo.**

Análise ergonômica para o sistema de movimentação de materiais na construção civil / Francisco Horário de Melo Basílio. - Recife: O Autor, 2008.

x, 98 folhas, il : figs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, 2008.

Inclui Bibliografia.

1. Engenharia de Produção. 2. Ergonomia. 3. Movimentação de Materiais. 4. OWAS. 5. Construção Civil. I. Título.

**UFPE**

**658.5**

**CDD (22. ed.)**

**BCTG/2008-228**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA  
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO PROFISSIONAL DE

**FRANCISCO HORÁCIO DE MELO BASILIO**

*“Análise Ergonômica para o Sistema de Movimentação de Materiais na  
Construção Civil”*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera o candidato FRANCISCO HORÁCIO DE MELO BASILIO **APROVADO**.

Recife, 29 de setembro de 2008.

Profª. VILMA MARIA VILLAROUCO SANTOS, Doutor (UFPE)

Profª. DENISE DUMKE DE MEDEIROS, Docteur (UFPE)

Profª. EMILIA RAHNEMAY KOHLMAN RABBANI, Doutor (UPE)

*Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.*  
(São Francisco de Assis)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de melhorar como ser humano e por estar sempre presente, sobretudo nas fases mais difíceis. Sua luz foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

Agradeço a minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida. Ao longo deste mestrado, muitas mudanças ocorreram e sempre pude contar com vocês. A conclusão deste trabalho é uma vitória de todos nós!

A minha esposa, pela compreensão, paciência, força e amor; mesmo quando eu pensava em desistir ela me mostrava o caminho.

Um agradecimento especial à professora Vilma Villarouco, sem sua valiosa orientação, incentivo e atenção este trabalho não seria concluído. Muito obrigado por tudo!

À empresa pesquisada por permitir o acesso na obra de forma incondicional.

À banca examinadora pelas valiosas contribuições.

Aos funcionários da UFPE, em especial à Juliane e à Maria José pela dedicação, amizade, respeito ou simples convívio ao longo do curso.

Aos amigos e companheiros de turma, por compartilharmos experiências de vida.

A todos que, direta ou indiretamente, dividiram comigo o mérito desta conquista.

## RESUMO

Na indústria da construção civil, a forma de trabalho não estruturada e em muitos casos artesanal, acarreta baixa eficiência nos processos produtivos com grande perda de tempo e de material. A falta de um estudo logístico no canteiro de obras contribui para o desgaste excessivo/prematuro da mão de obra devido ao excesso no manuseio das cargas. Este estudo de caso procurou avaliar os constrangimentos ergonômicos na movimentação de matérias numa obra de recuperação de fachada na Região Metropolitana do Recife – PE, à luz da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e com o auxílio do método OWAS, sendo empregado como ferramenta de análise, o programa de computador WinOWAS, que contribuiu no rápido diagnóstico das posturas verificadas, facilitando bastante nas recomendações a serem tomadas para a melhoria das posturas. O estudo foi dividido em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica em torno dos temas ergonomia, logística, indústria da construção civil, postura, canteiro de obras e movimentação de materiais. Na segunda parte foi realizado um estudo de caso baseado na bibliografia existente e por fim, analisaram-se as posturas encontradas. Este trabalho apresentou como contribuição para o setor: a conscientização dos trabalhadores da construção civil a posturas constrangedoras assumidas na execução da tarefa e por oferecer recomendações para melhorias das condições de trabalho.

Palavras-chave: ergonomia, movimentação de materiais, OWAS, Análise Ergonômica do Trabalho, construção civil.

## **ABSTRACT**

In the Brazilian building industry, characterized usually by unstructured and manual work, causes low efficiency in the productive processes with great loss of time and material. The lack of logistical study in constructor sites contributes to excessive/premature waste of labour due to excess in load handling. This study case evaluated the ergonomic constraints in material handling on a building facade restoration in Recife Metropolitan Area, based on Labour Ergonomic Analysis (LEA) and with the help of OWAS method. The WinOWAS computer program was used to a rapid diagnosis of postures found, helping the posture improvement. The study was divided into three stages. Initially, a bibliography review was created on ergonomics, logistics, building industry, posture, building site and materials handling subjects. In the second part a study case was performed and finally, the postures found were evaluated. This study presented as a contribution: the workers awareness due to bad postures assumed during the task and offers recommendations to improve working conditions.

Key words: ergonomics, material handling, OWAS, Labour Ergonomic Analysis, building construction.

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 LOGÍSTICA – CONCEITO E HISTÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 A LOGÍSTICA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	15
2.2.2 MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS .....	18
2.2.3 CANTEIRO DE OBRAS / LAY OUT .....	20
<b>2.3 ERGONOMIA E SUAS APLICAÇÕES .....</b>	<b>21</b>
2.3.1 HISTÓRICO DO TEMA .....	22
2.3.2 DEFINIÇÕES .....	23
2.3.3 ABORDAGEM DA ERGONOMIA CONTEMPORÂNEA .....	24
2.3.4 POSTURAS .....	26
2.3.5 CONSTRANGIMENTOS ERGONÔMICOS NA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS .....	28
2.3.6 ERGONOMIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	31
<b>2.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) .....</b>	<b>32</b>
2.4.1 ANÁLISE DA DEMANDA .....	33
2.4.2 ANÁLISE DA TAREFA .....	33
2.4.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE .....	35
<b>2.5. O MÉTODO OWAS .....</b>	<b>37</b>
2.5.1 O SOFTWARE WINOWAS .....	40
2.5.2 AS ETAPAS DE PREENCHIMENTO DO SOFTWARE WINOWAS .....	41
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2 INSTRUMENTO E FORMA DE COLETA DE DADOS .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 DESCRIÇÕES DOS MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS NESTE ESTUDO .....</b>	<b>51</b>
<b>4 RESULTADO DA PESQUISA .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. ANÁLISE DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NA EMPRESA ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>52</b>
4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	52
4.1.2 ANÁLISE DA DEMANDA .....	52
4.1.3 ANÁLISE DA TAREFA .....	53
4.1.3.1 DESCRIÇÃO DAS COMPONENTES DO SISTEMA HOMENS-TAREFA .....	53
4.1.3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AJUDANTE NA OBRA ESTUDADA .....	54
4.1.3.3 AMBIENTE ORGANIZACIONAL .....	55
4.1.3.4 AMBIENTE FÍSICO .....	55
4.1.3.5 DESCRIÇÃO DA TAREFA DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS .....	55
4.1.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE .....	56
4.1.4.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO TRABALHO .....	56
4.1.4.2 ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS .....	57
4.1.4.3 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS .....	57
<b>4.2. DIAGNÓSTICO DAS POSTURAS NO TRABALHO ATRAVÉS DO MÉTODO OWAS .....</b>	<b>58</b>

4.2.1 ANÁLISE DAS POSTURAS NO PERCURSO TIPO 01 – CARREGAMENTO MANUAL DOS SACOS DE CIMENTO .....	58
4.2.2 ANÁLISE DAS POSTURAS NO PERCURSO TIPO 02 – CARREGAMENTO COM O AUXÍLIO DE EQUIPAMENTO DOS SACOS DE CIMENTO .....	66
4.2.3 ANÁLISE DAS POSTURAS NO PERCURSO TIPO 03 – CARREGAMENTO MANUAL DE SACOS ARGAMASSA/REJUNTE E CAIXA DE REVESTIMENTO CERÂMICO .....	76
<b>4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>82</b>
<b><u>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</u></b>	<b><u>84</u></b>
<b>5.1 LIMITAÇÕES AO ESTUDO E DIFICULDADES ENCONTRADAS .....</b>	<b>86</b>
<b>5.2 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Esquema conceitual da teoria Logística.....	14
Figura 2.2 – Subdivisões da logística na construção civil.....	16
Figura 2.3 – Seqüência resumida de uma Cadeia de Suprimentos.....	17
Figura 2.4 – Campos da Ergonomia Contemporânea .....	24
Figura 2.5 – Classificações da Ergonomia .....	25
Figura 2.6 – Método OWAS - Codificação da Postura - Costas .....	37
Figura 2.7 – Método OWAS - Codificação da Postura - Braços .....	38
Figura 2.8 – Método OWAS - Codificação da Postura - Pernas .....	38
Figura 2.9 – Método OWAS - Codificação da Postura – Esforço .....	38
Figura 2.10 – Tela Inicial do Software WinOWAS .....	41
Figura 2.11 – Tela do Menu Observação do Software WinOWAS .....	42
Figura 2.12 – Fases do Trabalho a serem analisadas .....	43
Figura 2.13 – Informações do Estudo .....	43
Figura 2.14 – Operário transportando o saco de cimento .....	44
Figura 2.15 – Dados da análise do método .....	45
Figura 2.16 – Tela de recomendações de ações para fase Início do Movimento .....	45
Figura 2.17 – Tela de recomendações de ações para todas as categorias .....	46
Figura 4.1 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 01 .....	58
Figura 4.2 – Início da Movimentação no local de Armazenagem – Postura OWAS nº 414300 .....	59
Figura 4.3 – Operário com o saco – Postura OWAS nº 414301 .....	59
Figura 4.4 – Ajudante carregando o saco – Posturas OWAS nº 117302 .....	60
Figura 4.5 – Ajudante iniciando o descarregamento do saco – Postura OWAS nº 213303 .....	61
Figura 4.6 – Ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio – Postura OWAS nº 415304 .....	61
Figura 4.7 – Operário carrega o cimento preparado – Postura OWAS nº 413105 .....	62
Figura 4.8 – Operário iça cimento para o local de consumo – Postura OWAS nº 132106 .....	63
Figura 4.9 – Operário recebe o cimento no local de consumo – Postura OWAS nº 414107 .....	63
Figura 4.10 – Quadro resumo das posturas para o Percurso Tipo 01 .....	64
Figura 4.11 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 01 .....	65
Figura 4.12 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 02 .....	66
Figura 4.13 – Ajudantes depositam sacos no carro de mão – Postura OWAS nº 415300 .....	67
Figura 4.14 – Ajudante conduz os sacos ao elevador de serviços – Postura OWAS nº 117301.....	67
Figura 4.15 – Ajudantes transportam os sacos do carro de mão para o elevador – Postura OWAS nº 413302 ..	68
Figura 4.16 – Ajudantes retiram os sacos do elevador – Postura OWAS nº 213303 .....	69
Figura 4.17 – Ajudante pega saco depois de retirado do elevador – Postura OWAS nº 414304 .....	69
Figura 4.18 – Ajudante carregando o saco – Posturas OWAS nº 117305 .....	70
Figura 4.19 – Ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio – Postura OWAS nº 415306 .....	71
Figura 4.20 – Operário carrega o cimento preparado – Postura OWAS nº 413107 .....	71
Figura 4.21 – Operário iça cimento para o local de consumo – Postura OWAS nº 132108 .....	72
Figura 4.22 – Operário recebe o cimento no local de consumo – Postura OWAS nº 414109 .....	73
Figura 4.23 – Quadro resumo das posturas para o Percurso Tipo 02 .....	74
Figura 4.24 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 02 .....	75
Figura 4.25 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 03 .....	76
Figura 4.26 – Ajudante inicia a movimentação da caixa – Postura OWAS nº 113300 .....	77
Figura 4.27 – Ajudante com a caixa – Postura OWAS nº 122301 .....	77
Figura 4.28 – Ajudante carregando a caixa – Posturas OWAS nº 127302 .....	78
Figura 4.29 – Ajudante iniciando o descarregamento da caixa – Postura OWAS nº 223303 .....	79
Figura 4.30 – Ajudante deposita a caixa próxima ao local de consumo – Postura OWAS nº 414304 .....	79
Figura 4.31 – Quadro resumo das posturas para o Percurso Tipo 03 .....	80
Figura 4.32 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 03 .....	81

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1.1 – Saldo entre admitidos e desligados no setor da construção civil do Brasil de 2000 a 2006 .....</i>	<i>01</i>
<i>Tabela 2.1 – Total de estabelecimentos no setor da construção civil por faixa de tamanho no Brasil .....</i>	<i>09</i>
<i>Tabela 2.2 - Categorias de ação segundo posição das costas, braços, pernas e uso de força no método OWAS</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 2.3 - Codificação de Posturas com categorias de ação .....</i>	<i>39</i>

## 1. INTRODUÇÃO

A disputa cada vez mais acirrada em mercados competitivos tem transformado a organização e gestão das empresas de um modo geral. Atualmente, o concorrente é aquele que apenas trabalha no mesmo ramo de negócio em qualquer parte do mundo. A quebra da barreira física de mercado, devido a globalização, contribuiu para a mudança da atitude empresarial. Barros (2005) afirma que, a premissa básica da maioria das organizações, tem sido a busca incessante por eficiência e eficácia em suas operações, como forma de garantir retorno satisfatório de suas atividades.

Na visão de Chinowsky *et al.* (2007) a indústria da construção civil do século XXI passa por mudanças significativas tais como: a idade dos operários, globalização, o crescimento das empresas do setor e melhores soluções para os clientes.

No Brasil, o setor da construção civil percebe ainda de forma tímida a mudança de pensamento empresarial, onde práticas mais profissionais e menos empíricas (forte característica deste ramo) são fundamentais para o sucesso no negócio.

A indústria da Construção Civil é importante principalmente por colaborar para o equilíbrio social e desenvolvimento do país. Pontes (2004) comenta que este setor é um dos mais importantes do Brasil, independentemente do parâmetro que se adote na avaliação, podendo ser volume de produção, capital circulante, número de pessoas empregadas ou utilidade dos produtos.

Na tabela abaixo, vê-se a evolução do número de vagas abertas no setor da construção civil brasileira no período de 2000 a 2006. Após uma forte retração no ano de 2003, este setor vem acumulando saldo positivo em admissões.

Tabela 1.1 – Saldo entre admitidos e desligados no setor da construção civil do Brasil de 2000 a 2006.

ANO 2000	ANO 2001	ANO 2002	ANO 2003	ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006
-3.471	-33.404	-29.425	-48.155	50.763	85.053	85.796

Fonte: MTE, Caged (2008).

A Tabela 1.1 apresenta ainda particularidades quanto à formatação dos participantes deste ramo de atividade. Silva (2001) explica que, no Brasil, é constituído em sua maioria por empresas nacionais, que utiliza matéria-prima (material de consumo) e serviços (empresas ou pessoas, que prestam serviços terceirizados) em grande parte da própria região onde esta atuando; contribui para a melhoria da infra-estrutura nas cidades e conseqüentemente na

qualidade de vida da população, construindo habitações, escolas, hospitais, rodovias e adutoras entre outras.

O segmento é um grande contribuinte de impostos governamentais, participando do Produto Interno Bruto (PIB) com valores bastante significativos, sendo, no entanto, muito dependente da situação econômica do país e também de investimentos do Estado, que é a mola propulsora para o surgimento de obras. Neste contexto, o relatório “Construção: cenários e perspectivas” da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), afirma que “o ano de 2007 consolida o ciclo de retomada do crescimento da construção. Ao lançar o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em janeiro de 2007, o governo não apenas retoma seu papel formulador das políticas de desenvolvimento do país, bem como impacta positivamente nas expectativas dos agentes econômicos ao retomar os investimentos fixos, em alguns casos paralisados há décadas” (CBIC, 2008).

A falta de uma visão mais crítica em relação à velocidade das mudanças a nível mundial contribuiu para que o ramo da construção civil sofra os efeitos dos anos estagnados sem uma política definida de incentivos. As empresas passaram a conviver com um cenário de disputas mais acirradas, algo até então inédito no setor.

Por muito tempo, a indústria da construção nunca sofreu concorrência interna, mesmo em períodos de crise, grande parte devido ao déficit habitacional nacional e viveu um grande período, no passado, de protecionismo externo sob o pretexto de se preservar as empresas nacionais da concorrência internacional. Sobre isso, Pontes (2004) comenta que se por um lado esse protecionismo adiou o perigo momentâneo de dominação do mercado brasileiro por tais empresas, por outro não motivou as indústrias nacionais para um mercado aberto, competitivo e seletivo, no qual, somente organizações competentes têm chance de sobrevivência. Isto nos impôs o enorme atraso tecnológico que torna o setor da construção civil brasileiro, antes de mais nada, deficitário. Dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo de 2006 mostra que apesar de existir uma carência de aproximadamente 7,9 milhões de moradias, os gestores da área ainda não priorizavam os processos na construção de edifícios mais eficientes, convivendo com improvisações e altos índices de desperdícios. Segundo Saurin (1997) estes índices chegavam a 30% do custo total de uma obra, o que corresponde a uma unidade de edificação perdida a cada três construídas.

No passado estes eram os parâmetros obtidos no setor, mas o incremento no uso de novas tecnologias de construção e gestão tem colaborado para a melhora destes índices.

Essa realidade, constatada em 1997 vem mudando e segundo Wanderley (2005), determinados segmentos da construção civil vem passando por um processo significativo de reestruturação produtiva nos últimos anos. Embora a velocidade e o ritmo de adoção dessas mudanças sejam bastante diferenciados nas diversas regiões do país, é inegável que, na última década, um grande número de empresas passou a adotar novos métodos de produção, baseados na utilização de novas tecnologias e de novas formas de gestão da força de trabalho.

Em qualquer processo produtivo existe o cuidado no controle das perdas, na redução de custos e no cumprimento de prazos/contratos, no tocante a indústria da construção civil, estas preocupações estiveram, por um longo período, minimizadas devido à falta de visão empresarial do setor.

Embora tenha havido grande avanço e preocupação com a organização da produção, do canteiro de obras, com as certificações ISO e com a segurança do trabalho (item obrigatório na legislação brasileira), ainda não se verifica preocupações significativas com os aspectos ergonômicos do trabalho na construção.

Mesmo identificando-se que pesquisas têm sido desenvolvidas nas universidades, abordando alguns serviços no setor como: ALMEIDA, I. R. (2003); RIBEIRO, S. B. *et al.* (2005); SAAD, V. L. *et al.* (2006); SILVA, W. G. (2001). Sob a ótica da ergonomia; não se verificam ainda ações efetivas nos canteiros de obras.

Na literatura, encontram-se estudos onde o foco é o posto de trabalho e a atividade executada na construção civil sob o enfoque ergonômico, no entanto, aplicações nos casos de manuseio/movimentações de materiais nos canteiros de obras, foco de interesse do presente trabalho, ainda carecem de mais pesquisas.

O que se aborda neste trabalho, interfaceia as linhas da logística de movimentação de materiais e a ergonomia, através de um estudo de caso, em momento propício, onde as atenções dos gestores se voltam a incrementos na produção do setor, em todos os segmentos pertinentes.

Neste contexto, o item movimentação de materiais merece estudo aprofundado, por submeter os operários a posturas inadequadas e a cargas que vem a comprometer sua saúde ao longo dos anos de exercício profissional.

Carente de estudos até o momento é esse segmento da atividade do operário da construção que se aborda nessa pesquisa. Sendo um estudo de caso, avaliou os constrangimentos ergonômicos na movimentação de material numa obra de recuperação de

fachada, à luz da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e com o auxílio do método OWAS, que analisa as posturas durante a execução desta atividade.

## 1.1 Justificativa

Na indústria da construção civil, a forma de trabalho não estruturada e em muitos casos artesanal, acarreta baixa eficiência nos processos produtivos com grande perda de tempo e de material. A falta de um estudo logístico no canteiro de obras contribui para o desgaste excessivo/prematuro da mão de obra devido ao excesso no manuseio das cargas.

Segundo Amorim (2002) existe um alto grau de informalidade no setor, estimando-se que cerca de metade das edificações são realizadas sem regularização técnica ou legal e destaca-se que os insumos constituem parcela elevada do custo da obra, podendo chegar até 50%, conforme segmento do mercado.

Dados do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo (CREA-SP) de 2004, mostram que em média se desperdiça de 3% a 8% de material. Fatores como falta de planejamento e erros na tomada de decisões, tem contribuído para gastos desnecessários que comprometem os custos finais das obras. Com o aumento da competitividade no setor, a busca pela eliminação das perdas tem colaborado para uma mudança de comportamento nos profissionais da área. A antiga idéia de que a baixa produtividade do setor era devida à baixa escolaridade do operário, tem sido substituída por estudos nos canteiros de obra, onde se constatou que os problemas encontrados são devido ao fluxo incorreto de materiais e informações.

Segundo Cruz (2002, p.133), “O gerenciamento logístico do fluxo material no canteiro de obra é caracterizado por uma seqüência de atividades destinadas a disponibilizar fisicamente, onde sejam necessários e no momento certo, os materiais envolvidos na execução das várias etapas do processo de produção. Inicia com a chegada dos materiais no canteiro de obra (ponto de origem) e termina com o material disponibilizado em seu ponto final de aplicação na edificação (ponto de consumo). O comportamento do fluxo físico do material nos canteiros de obras é influenciado por variáveis como cultura e patamar tecnológico da empresa, estratégia de movimentação de materiais, condições das instalações provisórias do canteiro, entre outras”.

Em Barros (2005), encontra-se que pesquisa realizada entre os anos de 1996 a 1998 pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em conjunto com 15 universidades do país; Instituto Habitare da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Universidade de São

Paulo (USP) e o Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção (ITQC), teve como objetivo coletar indicadores de perdas de materiais em um número significativo de empreendimentos no país e identificar as causas das mesmas, de forma a apresentar diretrizes para sua prevenção. Em relação as principais causas das perdas, destaca-se que parte das obras pesquisadas não tinha o devido cuidado com o gerenciamento de materiais, principalmente no que se refere à armazenagem e o manuseio dos mesmos nos canteiros de obras.

Nota-se, portanto, que as questões relativas ao controle no gerenciamento da cadeia de suprimentos, no que envolve os materiais propriamente ditos (recebimento, acondicionamento, distribuição) podem contribuir para a reversão do quadro de baixa eficiência no setor.

Mesmo considerando os avanços do setor nos últimos anos, com a busca da qualidade e a inserção de novos recursos gerenciais e tecnológicos, algumas lacunas podem ser identificadas, e entre elas as preocupações relativas a questões da logística de movimentação de materiais e da ergonomia na realização das obras.

Isso se agrava pelo fato da construção civil agregar em seu processo produtivo, significativo volume de materiais, muito deles com alto nível de peso, demandando grande esforço humano para seus deslocamentos, desde a chegada e descarga no canteiro de obras, passando pelo armazenamento e disposição no posto de trabalho onde será aplicado.

Tais procedimentos realizados durante a jornada de trabalho, na maioria das vezes, sem preocupações com as conseqüências futuras ao trabalhador, geram as Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT's) que são manifestadas após anos submetidos a cargas repetitivas de trabalho inadequadas. Sua incidência conFigura segundo Mendes (1995, p. 195), “um fenômeno universal de grandes proporções e em franco crescimento” trazendo transtornos não só para o operário bem como na empresa onde atua. Isto ocorre principalmente devido a falta de treinamento e orientação no que concerne uma postura correta na execução de suas atividades gerando problemas para o trabalhador com o passar dos anos. Percebe-se, portanto, que o correto manuseio por parte dos trabalhadores (postura, excesso de peso, freqüência de deslocamento de carga) também contribui para uma melhoria nos níveis de qualidade e produtividade.

Nos dias atuais é indiscutível a importância de práticas ergonomicamente adequadas ao desenvolvimento do trabalho, ou seja, procedimentos desenvolvidos com o objetivo de proporcionar ao trabalhador conforto e segurança para a execução da tarefa. De acordo com

Chiavenato (1983) no início do século passado, Gilbreth verificara que a fadiga predispõe o trabalhador à diminuição da produtividade e da qualidade do trabalho, perda de tempo, aumento da rotatividade, doenças, acidentes, diminuição da capacidade de esforço. Portanto, procedimentos bem projetados, sob o ponto de vista da ergonomia, não só beneficia o trabalhador bem como proporciona vantagens às organizações já que eleva o nível de produtividade.

A atividade de movimentação de cargas apesar de fundamental na construção civil, ainda é um campo pouco explorado pela classe acadêmica. Estudos mais específicos são necessários para um melhor entendimento da relevância do tema.

Nesse contexto, este estudo direciona seu foco ao entendimento e identificação de problemas registrados na movimentação de materiais, sob o enfoque da ergonomia, sugerindo alternativas minimizadoras dos custos humanos na realização desta tarefa.

Do exposto, identifica-se a importância do presente trabalho, enfatizado pelo elevado volume de material movimentado em canteiros de obras, onde, usando comumente o operário menos qualificado para esta tarefa impõe a este, constrangimentos ergonômicos que comprometem a qualidade do trabalho executado e da vida deste profissional.

## **1.2 Delimitação do Tema**

Este trabalho limitar-se-á ao estudo de inconvenientes ergonômicos na atividade de movimentação de materiais no canteiro de obras de edificações verticais durante a fase de recuperação de fachada em empresa construtora localizada na Região Metropolitana do Recife.

## **1.3. Objetivos do Trabalho**

### **1.3.1. Objetivo Geral**

Identificar constrangimentos ergonômicos na movimentação de materiais em canteiro de obras da construção civil – subsetor edificações, a partir da realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), diagnosticando-os através do método OWAS de análise postural e com o auxílio do seu programa computacional WinOWAS.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

No intuito de se atingir este objetivo, deve-se:

- Listar problemas de ordem ergonômica identificados na movimentação de cargas em geral;
- Identificar os modos de movimentação de materiais em canteiros de obras do subsetor edificações;
- Observar e registrar a movimentação de materiais no canteiro de obras do caso estudado;
- Identificar constrangimentos ergonômicos presentes nas atividades avaliadas;
- Utilizar o *software* computacional WinOWAS para avaliação dos constrangimentos;
- Propor sugestões para a melhoria das atividades analisadas.

#### 1.4. Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está formatada em cinco capítulos, conforme descrito abaixo:

- Capítulo 01 – Introdução: tem início com uma breve introdução do assunto, descrevendo as linhas gerais do trabalho. Posteriormente, a justificativa da escolha deste tema, sua importância para o setor da construção civil e a delimitação da pesquisa. O capítulo finaliza com os objetivos a serem atingidos nesta dissertação;
- Capítulo 02 – Referencial Teórico: descreve a estrutura conceitual do trabalho que serviu de base para este estudo. A revisão bibliográfica contemplou os assuntos ergonomia, logística, indústria da construção civil, postura, canteiro de obras, movimentação de materiais, OWAS;
- Capítulo 03 – Metodologia: apresenta as etapas da pesquisa de campo bem como as variáveis utilizadas para o alcance dos objetivos anteriormente definidos;
- Capítulo 04 – Resultados da pesquisa: analisa os resultados obtidos através da pesquisa de campo realizada na empresa estudada;
- Capítulo 05 – Conclusões e Recomendações: versa sobre as considerações finais deste estudo, sugestões para trabalhos futuros sobre a movimentação de materiais na indústria da construção civil e seus constrangimentos ergonômicos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características da Indústria da Construção Civil

A indústria da construção civil vem enfrentando ao longo dos últimos anos profundas transformações estruturais; seja devido ao cenário econômico do país (estabilidade da moeda, indicadores macroeconômicos favoráveis, redução lenta e gradativa da taxa de juros, incentivos do Estado ao financiamento habitacional) bem como na estrutura competitiva do setor (fusões, aquisições, empresas internacionais entrando no mercado brasileiro).

Esta nova perspectiva exige das organizações do setor capacidade de adaptar seus produtos a um cliente bem menos fiel e cada vez mais exigente. Por uma questão de sobrevivência e prosperidade no mercado, verifica-se que muitas empresas da construção têm dirigido esforços para a melhora dos seus processos/práticas, com redução nos custos de produção, dentro de uma visão estratégica de qualidade e produtividade.

Segundo Kiytiro *et al.* (2001) a falta de tradição e cultura do setor no tratamento do tema gerenciamento, que ao longo de muitos anos valorizou a Figura do engenheiro “tocador de obras”, cuja postura era a de resolver os problemas à medida que fossem aparecendo, além da preocupação natural com os aspectos técnicos da obra, porém dando pouca atenção para os problemas administrativos e gerenciais.

Esta cultura, baseada no conformismo se baseia em alguns fatores de acordo com Picchi (1993):

- O fato da maioria das empresas adotarem somente estratégias de curto prazo e pequenos investimentos nos recursos humanos;
- A prioridade dada pela empresa, gerentes e engenheiros de obra aos aspectos de prazo e de custos, desvinculados da questão da qualidade;
- Tolerância com os problemas crônicos da construção (desperdício, perdas, baixa produtividade, etc.).

Silva (2001) afirma que o setor da construção civil possui área de atuação para todos os tipos e tamanhos de empresas, com diferenças, que mostram como as empresas que atuam neste setor podem ter características bem diferentes, tanto no que diz respeito à parte tecnológica, capacidade de investimento, especialidade nos serviços, sem falar na rotatividade das empresas, e também pela diferença no número de empregados dos subsetores. Essa diversidade de tamanho, tipos, produtos e serviços contribuem para uma falta de especialização das empresas com perda de foco empresarial e baixos investimentos em

tecnologia/equipamentos. Percebe-se que a grande maioria dos estabelecimentos do ramo da construção civil brasileira é formada por pequenas empresas com menor poder de investimento, o que explica em parte esta dificuldade. Abaixo tabela com o perfil das empresas do setor:

Tabela 2.1 – Total de estabelecimentos no setor da construção civil por faixa de tamanho no Brasil.

ANO 2005				
TOTAL	Até 19 empregados	De 20 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados	500 ou mais empregados
96.662	85.481	9.159	1.780	242
100%	88,43%	9,47%	1,84%	0,25%

Fonte: MTE, Caged (2008).

Devem-se ressaltar ainda como características do setor, segundo Colombo *et al.* (2007), o caráter não homogêneo e não seriado de produção devido à singularidade do produto, feito sob encomenda; a dependência de fatores climáticos no processo construtivo, o período de construção relativamente longo; a complexa rede de interferências dos participantes (usuários, clientes, projetistas, financiadores, construtores); uma ampla segmentação da produção em etapas ou fases que imprime um dinamismo centrado no princípio de sucessão e não de simultaneidade; o parcelamento da responsabilidade entre várias empresas, onde o processo de subcontratação é comum. Segundo Maturana *et al.* (2007) a Câmara Chilena da Construção afirma que entre 60% e 70% do valor de projeto é subcontratado aumentando consideravelmente a complexidade do gerenciamento da obra. Complementa-se acerca das características, ainda segundo Colombo *et al.* (2007), a significativa mobilidade da força de trabalho; além do nomadismo do setor (tanto em relação aos produtos finais como ao processo de produção); o caráter semi-artesanal (manufatureiro) do processo construtivo.

Silva (2001) comenta que outra importante característica da indústria da construção civil é utilizar subprodutos em sua maioria regionais (janelas, peças sanitárias) com poucos produtos importados, dando importante contribuição para um bom equilíbrio da balança comercial do país, diferentemente de outras indústrias produtoras.

No tocante aos projetos de construção civil, Sakka *et al.* (2007) explica que têm como característica os riscos e as incertezas devido a fatores como: condições climáticas e ambientais, habilidades profissionais, materiais, equipamentos. Estes fatores têm níveis de impactos diferenciados nas atividades de construção e na duração do projeto. Chang *et al.* (2008) complementa que os projetos geralmente necessitam de operários capacitados de diferentes áreas durante períodos específicos de trabalho, o que diferencia a indústria da

construção das demais contribuindo para a inconsistência no gerenciamento das diversas etapas da obra.

Heineck & Tristão (1994) *apud* Haga (2000), apontam algumas características negativas que ainda se vêem presentes em várias empresas de construção:

- Projeto separado da produção;
- O autoritarismo presente no setor, que gera um ambiente de conflitos potenciais;
- A cultura do desperdício e despreocupação com os aspectos de ordem, limpeza e higiene pessoal;
- As características do processo de construção, como complexidade de detalhes, excessivo número de insumos, variabilidade de consumo de recursos em função da imprevisibilidade nas durações;

Segundo Garcia Meseguer (1991) *apud* Haga (2000), ainda podem ser destacadas as seguintes características negativas do setor:

- Emprego de especificações complexas, quase sempre contraditória e muitas vezes confusa;
- Responsabilidade dispersa e pouco definidas.

No tocante a força de trabalho, a indústria da construção civil tem como característica o uso intensivo da mão de obra que, via de regra, é de baixo nível de escolaridade, recebendo baixos salários, com idade na faixa dos 18 aos 35 anos, vindos em sua maioria da região rural do país e uma precária ou nenhuma formação profissional. De acordo com os dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (2007) o ano de 2005 revelou que o setor gerou 1.245.395 postos, sendo que 63,48%, ou seja, 790.608 vagas são de trabalhadores na faixa etária de 18 a 39 anos. O setor é gerador de empregos, com capacidade de absorção de expressivos contingentes de mão de obra, socialmente mais dependentes, com grande sensibilidade às características regionais e sociais.

Véras (2004) afirma que a indústria da construção civil ainda é o setor que emprega a maior parte dos desempregados atualmente no Brasil, atrelado ao fato de que os processos construtivos de edificações, manutenções e reformas, dentre outros, são em sua maioria, realizados de maneira artesanal.

Embora Vieira (2006) afirme que a mão de obra na construção civil vem se aproximando cada vez mais da mão de obra do processo de industrialização seriada, o que necessita de especialização na função; com operário da construção passando de um peão de obra e se tornando um montador industrial.

Silva (1994) *apud* Haga (2000) considera dois problemas até hoje presentes no setor que dificultam uma maior qualificação desta mão de obra: a questão da alta rotatividade da mão de obra e o sindicalismo ineficiente, refletida principalmente nas micro e pequenas empresas, com parcelas consideráveis de trabalhadores absorvidos sem vínculo empregatício. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (2007) no ano de 2006 a taxa de rotatividade anual do setor foi de 7,3%, a maior dentre todos os setores de atividade pesquisados e aproximadamente o dobro da média nacional que foi de 3,5% para o mesmo ano.

Sendo o ambiente agressivo onde se desenvolvem as atividades da construção civil, Gonçalves (2001) afirma que a influência de agentes físicos e químicos, tais como: calor, vibrações, ruídos e poeira são fatores determinantes da velhice e doença profissional dos operários.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) busca definir a construção civil no seu *site* como “um conjunto flexível de agentes e atividades que pode internacionalizar-se ou regionalizar-se de diversas maneiras” (ILO, 2007). Tal conceito tem como base a diversidade de atividades e produtos envolvidos no setor, que trazem consigo uma diversidade similar de agentes ou profissionais, que interagem sobre o mesmo. E é devido a esta pluralidade de atuações que se convencionou a divisão em três grandes setores:

- a) Edificações;
- b) Construção Pesada;
- c) Montagem Industrial;

Por sua vez, Gagliardi (2002) explica que cada um dos setores é freqüentemente subdividido segundo a natureza da atividade ou tipo de cliente, gerando uma maior variedade de classificação que apresentem algumas pesquisas de campo, tais como, Construção Predial Própria, Obras Públicas, Engenharia Consultiva, Construção Predial de Terceiros, por exemplo. Nos levantamentos oficiais, estas classificações não são utilizadas, sendo incluídas, segundo a natureza das atividades, em cada um dos três grandes setores.

Outra importante classificação, baseada na estrutura produtiva da construção civil é fornecida por Martucci (1990) *apud* Haga (2000):

- Subsetor de componentes e materiais de construção: baseado em processo de extração e transformação de recursos naturais, onde encontrar-se uma grande quantidade de pequenas e médias empresas em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico, algumas poucas empresas de grande industrialização e de grande concentração de capitais como a produção de cimento e, por outro lado uma grande quantidade de empresas de pequeno porte, como as olarias de produção de tijolos.

- Subsetor de produção de máquinas, equipamentos, ferramentas e suprimentos : formado por empresas nacionais e multinacionais com considerável desenvolvimento tecnológico, fabricando máquinas pesadas e equipamentos em grande escala. Em geral, estas empresas vêem na construção civil apenas uma pequena parcela de clientes se comparado a outras indústrias dependentes desta produção. Via de regra, esta pequena parcela é composta de um número expressivo de pequenas e médias empresas de construção e, por isso mesmo, com pequeno poder de barganha.
- Subsetor de projeto, produção e montagem de produtos finais: correspondem às atividades da construção civil propriamente dita, onde se configuram uma grande variedade de empresas atuando em diferentes segmentos de mercado, como estradas, pontes edificações etc. Em sua maioria são caracterizados por empresas de significativo atraso organizacional.

Segundo Véras (2004) no Brasil, o setor se caracteriza por três perfis:

- O primeiro contempla as empresas de grande porte que atuam no setor de construção de grandes obras como: rodovias, aeroportos, hidroelétricas, termoeletricas, etc.
- Outra situação compõe as empresas de médio e pequeno porte, que atuam regionalmente na: construção de empreendimentos, galpões industriais, licitações para obras de pequeno porte, recuperação de estruturas, realização de reformas, etc.
- Por fim, o terceiro grupo com perfil informal, caracterizado pelo contrato de prestação de serviço, sendo muito comum nos chamados serviços domésticos, como uma pequena reforma em casa ou até mesmo a construção da casa própria.

Embora exista uma preocupação com o repensar dos processos construtivos nas empresas procurando aproximar a forma de produção da edificação ao de um sistema de manufatura com um maior nível de industrialização, quer seja por parte do empresariado como também da academia científica, ressalta-se que esta nova tendência de atuação ainda não é tão expressiva para garantir que o setor como um todo também tenha evoluído. Baixos índices de produtividade e de perdas ainda é uma realidade na maioria das empresas de construção civil.

Esta preocupação não só contempla a transferência de tecnologia, mas, sobretudo, a capacitação do novo perfil profissional da engenharia civil.

Segundo Haga (2000), outro fator que tem contribuído para estas mudanças culturais são os programas de qualidade e produtividade da construção: o Programa de Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB), o Sistema de Acompanhamento da Qualidade e da Produtividade na Construção (QUALIPRO) e o

Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional (PBQP-H), desenvolvido pelo Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria de Política Urbana.

Complementando tem-se que a implantação da NR18 – Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção, segundo Ferreira (1998), tornando 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, vem, juntamente com as exigências do mercado consumidor, incentivar as empresas a repensarem os seus sistemas de produção e, a organização dos seus canteiros de obras.

Devido a este “novo” mercado exigente, faz-se necessário a introdução da logística como ferramenta de trabalho para o alcance de novos patamares de excelência no projeto e na execução de obras.

## 2.2 Logística – Conceitos e Histórico

Atualmente, a logística é associada ao sucesso ou insucesso das organizações, visto que com mercados mais competitivos e produtos similares, será a atividade logística o fator determinante na escolha do cliente. Entretanto, percebe-se no mercado a falta de conhecimento sobre as atividades logísticas e como as mesmas devem ser definidas nas organizações. Precisa-se evitar que o modismo influencie no uso errado não apenas do termo, bem como nas suas técnicas e atividades.

A origem do termo Logística vem do grego, estando associado à lógica, sendo a denominação dada na Grécia Antiga à parte da aritmética e da álgebra relativa às quatro operações fundamentais.

No Dicionário Aurélio, o termo vem do francês *logistique* e tem como uma de suas definições: “a parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de: projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material (para fins operativos ou administrativos)”.

A origem francesa do termo é a mais aceita no mundo, embora exista a corrente de pensadores que defendem a idéia de que a operação de transferência de algodão realizada no período da Guerra Civil Norte Americana da Secessão chamada *logistic* é a origem verdadeira do que hoje se entende por logística.

Uma definição mais completa e atualizada é a encontrada NETO *et al.* (2007) do *Council of Logistics Management*: Logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos acabados, bem como as

informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

De uma forma simples, a logística trabalha em função de atender o seu cliente, seja ele interno ou externo, assegurando que:

- O produto seja correto, ou seja, aquele solicitado nas características informadas pelo cliente;
- A quantidade seja certa, com volume, peso, correto;
- A data acordada, ou seja, a data de entrega do produto acertada entre a empresa e o cliente, sem atrasos ou adiantamentos;
- O destino correto, a entrega deve ser feita no local onde o cliente solicitou;
- Em todas as etapas o custo seja justo, com o menor impacto no valor do produto.

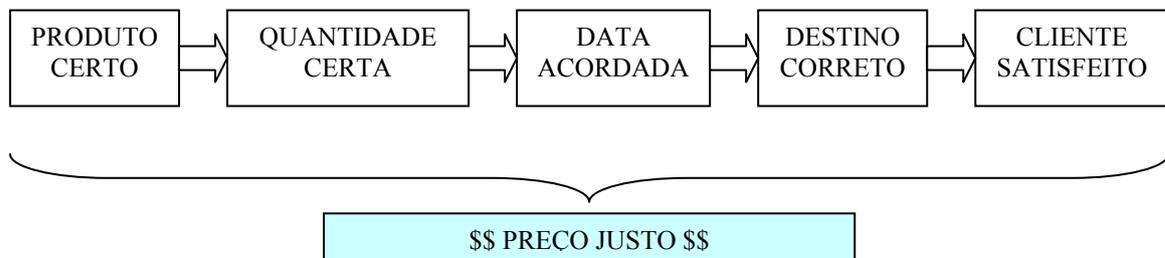


Figura 2.1 – Esquema conceitual da teoria Logística  
Fonte: o Autor (2008)

A logística se desenvolveu mais fortemente no mundo após o final da Segunda Guerra Mundial. No Brasil, a partir da década de 80 as organizações atribuíam à logística as operações de armazenagem e transporte. Na década de 90, as empresas perceberam que armazenar e transportar na verdade era distribuir e os conceitos de administração e movimentação de materiais foram introduzidos. Atualmente, a logística engloba, além das atividades mencionadas, as operações de planejamento/controlar, sistemas de informação, finanças e serviço ao cliente.

Por atuar em vários setores de uma organização, a logística recebe algumas nomenclaturas específicas:

- Logística Empresarial – Para Bowersox (2001), trata-se de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável;
- Logística Integrada - É um amplo sistema de visão gerencial da cadeia de abastecimento, desde o fornecimento de matérias-primas e insumos até a distribuição do produto acabado

ao cliente final (consumidor). Pode ainda ser considerado o retorno dos resíduos oriundos do produto, tais como embalagens e o produto propriamente dito para reciclagem (Logística Reversa);

- Logística de Distribuição - Administração do centro de distribuição, localização de unidades de movimentação nos seus endereços, abastecimento da área de separação de pedidos, controle da expedição, transporte de cargas entre fábricas e centros de distribuição e coordenação dos roteiros de transporte;
- Logística de Produção / Manufatura - Atividade que administra a movimentação para abastecer os postos de produção e montagem, segundo ordens e cronogramas estabelecidos pela programação da produção. Desova das peças conformadas como semi-acabados e componentes, e armazenagem nos almoxarifados de semi-acabados. Deslocamento dos produtos acabados no final das linhas de montagem para os armazéns de produtos acabados;
- Logística dos Negócios - O processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, fluxo efetivo e armazenagem de produtos acabados, serviços e informações desde o ponto origem até o ponto de consumo com o propósito de atender as necessidades dos clientes, incluindo suprimentos.

Recentemente, as empresas perceberam que não é suficiente ter sua logística funcionando de forma eficiente se os seus fornecedores/clientes também não a tivessem. Surge então um esforço envolvido nos processos e atividades empresariais que criam valor na forma de produtos e serviços para o consumidor final, sendo também uma forma integrada de planejar e controlar o fluxo das mercadorias. Em outras palavras, a expressão Supply Chain (cadeia de abastecimento) engloba todos os esforços empenhados na elaboração e na distribuição de um produto ou serviço, desde o primeiro fornecedor até o consumidor final.

A explanação de uma forma geral deste tema tão relevante, fez-se necessário para um melhor entendimento da logística na construção civil e sua área específica que influencia e contribui diretamente na indústria da construção civil.

### 2.2.1. A logística na cadeia de suprimentos da construção civil

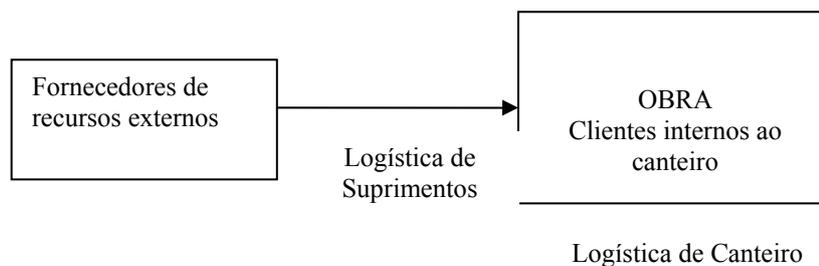
A logística na construção civil no Brasil surgiu nos anos 90, através de estudos realizados por algumas instituições de ensino e pesquisa onde o foco, segundo Cruz (2002) era na movimentação de materiais, no layout do canteiro de obras e em atividades de suporte à obra, reduzindo assim a logística a um aspecto de simples provisionamento, influência do conceito militar.

Esse recente interesse no tema pode ser um dos motivos pela baixa utilização dos conceitos logísticos pelo setor de edificações fato que repercute diretamente na produtividade, qualidade, prazos e com elevados índices de perdas e desperdícios.

Para Vieira (2006), enquanto na indústria manufatureira seriada a logística possui três focos principais, que são: suprimentos (externa), manufatura (interna) e a logística de distribuição (externa), no âmbito da construção civil esta divisão se reduz aos dois primeiros focos principais, que são: logística de suprimentos e manufatura (ou na construção civil chamada logística de canteiro).

Segundo Zegarra (2000), tem-se:

- Logística de suprimentos (externa): se encarrega dos fluxos de bens e serviços desde a identificação do material, compras e distribuição dos materiais ou serviços às obras. Além de outros aspectos relacionados, como: a seleção de fornecedores, o desenvolvimento de boas relações ou parcerias com fornecedores e a gestão logística ligada à mão de obra (alojamentos, refeições, transporte);
- Logística de canteiro (interna): que se encarrega principalmente dos fluxos físicos dentro da obra, garantindo a disponibilização dos recursos nas frentes de trabalho. Esta subdivisão também inclui a gestão de interfaces entre atores e serviços, mecanismos de seleção de subempreiteiros, domínio dos equipamentos de transporte e segurança e o estabelecimento de projetos de higiene e segurança do trabalho.



*Figura 2.3 – Subdivisões da logística na construção civil  
Fonte: Silva (2000)*

Para Oliveira (2001) um sistema logístico bem implantado e gerenciado, baseado em informações de qualidade advindas dos projetos de produção e de canteiro, permite a redução do manuseio, movimentação e perdas de materiais, transforma o canteiro em um bom cartão de visitas, reduz os riscos de acidentes, cria uma maior motivação junto aos funcionários e proporciona um substancial aumento da competitividade.

Conceitualmente, tem-se para a logística de Suprimentos ou também chamada Cadeia de suprimentos a: “Atividade que administra o fluxo de informações, o transporte de materiais

dos fornecedores para a empresa, descarregamento no recebimento, e armazenagem das matérias-primas e componentes. Estruturação da modulação de abastecimento, embalagem de materiais, administração do retorno das embalagens, e decisões sobre acordos no sistema de abastecimento da empresa.” (SINDEX, 2007).

De acordo com Vieira (2006) uma cadeia de suprimentos é composta de três fases conforme Figura abaixo:

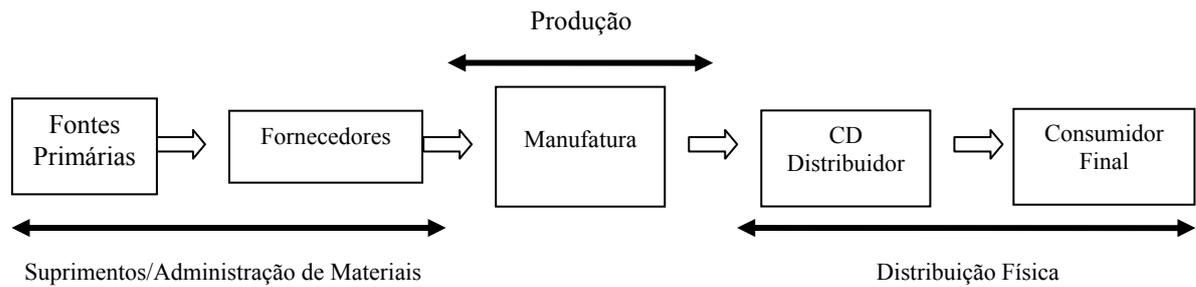


Figura 2.3 – Seqüência resumida de uma Cadeia de Suprimento  
Fonte: Vieira (2006)

- Suprimento ou Administração de Materiais – relacionado com todo o processo de aquisição da matéria prima de fornecedores, assim como toda a sua movimentação e o correto manuseio, é o início do fluxo logístico;
- Produção – coordena todo o fluxo de material e informações dentro do sistema produtivo, no caso da indústria da construção civil é a gestão dentro do canteiro de obras;
- Distribuição Física – esta etapa não ocorre na construção civil, está relacionado com a demanda para o cliente, entrega de produtos acabados e canais de marketing.

As características do processo produtivo da indústria da construção civil, onde a utilização de fornecedores externos de materiais e serviços é um recurso bastante utilizado, contribuem para a criação de um setor responsável pela escolha e interação com os fornecedores. Esse setor, normalmente conhecido como de suprimentos ou compras está diretamente relacionado à estrutura administrativa da empresa e à execução de obras.

Para Isatto e Formoso (2002) *apud* Ribeiro (2006), a coordenação do setor de suprimentos nas empresas construtoras torna-se extremamente complexa devida não apenas à quantidade de insumos necessários e fornecedores envolvidos, mas, sobretudo pelo caráter temporário que caracteriza grande parcela das relações.

Segundo Ribeiro (2006), o departamento de suprimentos deve procurar contribuir também para o descongestionamento da obra através da redução de estoques. A redução de estoques contribui para o aumento da eficiência do sistema de movimentação e armazenamento. Além do aspecto financeiro, a abundância de materiais exerce um fator

psicológico sobre o operário que tende a se preocupar com menor intensidade com o desperdício.

O gerenciamento do setor de suprimentos na construção civil auxilia em vários aspectos: na verificação e aquisição de materiais de boa qualidade e no cumprimento dos prazos de entrega, através da realização da seleção de fornecedores e conseqüente realização de parcerias gerando, uma significativa redução de estoques, custos e otimização do fluxo de informação para fornecimento de dados para empreendimentos futuros.

Vê-se, portanto, a importância do setor de suprimentos no controle dos insumos antes e durante a execução da obra. A seguir, este estudo comentará sobre a movimentação de materiais na indústria da construção civil.

### 2.2.2. Movimentação de Materiais

Apesar do mercado está cada vez mais exigente com qualidade, prazo de entrega, redução de custos ainda o setor da construção civil convive com elevados índices de desperdício de materiais, baixa produtividade e condições adversas de trabalho. Este cenário colabora para o surgimento de perdas ao longo do processo produtivo. Neste caso, a perda por movimentação, associada ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais, decorrente principalmente de um layout ineficiente, contribui para o cenário característico do setor.

Ribas *et al.* (2007) comenta que durante a execução da obra é possível ocorrer perdas de materiais através de danos físicos e extravios dos mesmos, comprometendo a produtividade da mão-de-obra e a qualidade do produto final construído. Estas perdas também geram custos monetários do material, bem como despesas indiretas, a exemplo de despesas com a administração e até atraso nos serviços.

A indústria da construção por trabalhar com uma grande variedade de materiais pode ser considerada como um processo produtivo de arranjo físico posicional que se caracteriza pelo fluxo de matéria prima, pessoas e equipamentos ao longo das etapas de agregação de valor.

Polat *et al.* (2007) comenta que estes insumos representam grande parcela no custo total da construção. De um lado têm-se os esforços na redução do montante financeiro aprisionado no inventário das empresas e do outro, deve-se assegurar que a obra não seja paralisada por falta de materiais.

Para Moura (1998) *apud* Tuji Junior (2003), o fluxo de material é a movimentação de materiais dentro de um espaço previamente definido tendo como variáveis o caminho, a velocidade de movimentação e a quantidade movimentada. A dificuldade em determinar o melhor fluxo desses materiais é o ponto fundamental para que se tenha uma fluidez nos processos produtivos.

Segundo Dias (1993, p. 43) “os custos de movimentação de materiais influem sobremaneira no produto afetando diretamente o custo final. O acréscimo no custo do produto proporciona-lhe maior valor, mas, no caso da movimentação, esta não contribui em nada (...)”.

Para Viana (2002), um sistema de movimentação de materiais deve atender alguns requisitos básicos como exemplo:

- Redução de custos – na mão de obra com substituição de tarefas manuais por automatizadas, nos materiais com um melhor armazenamento dos itens e nas despesas gerais através da racionalização dos processos de transporte e estoque;
- Aumento da capacidade produtiva – na produção com uma maior rapidez na chegada dos materiais, na capacidade de armazenagem com a utilização de equipamentos adequados ao manuseio e na melhoria dos processos de distribuição;
- Melhor condição de trabalho – proporciona uma maior segurança com redução nos riscos de acidentes durante as operações de manuseio e reduz a fadiga com um conseqüente melhor conforto para os operários;
- Melhor distribuição – na circulação de materiais com a criação de rotas de fluxo eficientes, na localização estratégica do almoxarifado onde se determina o melhor ponto de apoio, no atendimento mais eficaz aos usuários e conseqüentemente uma maior disponibilidade dos materiais no local de consumo.

Tem-se como objetivo fundamental do manuseio de materiais a correta separação das cargas segundo a necessidade do cliente, seja ele interno (no caso da construção civil) ou externo. Segundo Bowersox (2001), as três atividades principais do manuseio são:

- Recebimento – etapa em que os produtos chegam na quantidade superior à necessária. Compreende a descarga de veículos (na construção civil normalmente manual) onde é feita a verificação física (contagem dos itens solicitados) e a fiscal (notas fiscais, dados cadastrais, impostos, etc.);
- Manuseio interno – após a etapa de recebimento o material é movimentado para dentro do almoxarifado onde será acondicionado de maneira adequada para o posterior uso. Ainda dentro do depósito existe uma segunda movimentação relacionada à solicitação de algum item por parte dos usuários (no caso da construção civil pelos operários);
- Expedição – nesta etapa é onde ocorre à liberação do produto para uso segundo a solicitação do cliente, geralmente é feita de forma manual,

sobretudo na construção civil com grande dispêndio de mão de obra e tempo.

Dados da pesquisa realizada pela Neolabor e publicada na Revista Construção de Janeiro de 2001 indica que em uma jornada de trabalho de um operário da construção civil de 09 horas de trabalho cerca de 15% (mais de 90 minutos) são dedicados a movimentação de materiais.

Essa pesquisa mostra que é importante um correto gerenciamento dos materiais, especificamente no estudo dos seus tipos de materiais, local de armazenamento e da forma como serão dispostos no canteiro para um processo produtivo mais eficaz no tocante ao cumprimento de prazos e redução de desperdícios de insumos por uma racionalização das movimentações de materiais ao longo da obra.

Na obtenção de melhores resultados, incluindo as questões de redução do esforço operário na movimentação dos materiais, é fundamental que seja colocada especial atenção ao projeto do canteiro de obras, item abordado a seguir.

### 2.2.3. Canteiro de Obras/Lay Out

A Norma Regulamentadora 18 (NR-18) - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, regulada através da Portaria nº 04 de 04/07/1995 do Ministério do Trabalho define o canteiro de obras como sendo a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

Já Felix (2000) *apud* Gomes *et al.* (2000) comenta que o canteiro dá suporte à administração da obra, ao processo produtivo e aos trabalhadores, sendo composto por um conjunto de instalações para uma construção dividindo-se em área operacional e área de vivência.

O canteiro de obras não é uma estrutura estática, ela se ajusta as etapas da construção. Cada obra possui características específicas, sendo assim, adaptar a estrutura a necessidade da operação é fundamental para um bom fluxo de materiais, pessoas, equipamentos. Um bom planejamento faz-se necessário para adaptação às singularidades de cada processo produtivo.

Neste sentido, Saurin (1997) define a concepção de um canteiro de obras como “o planejamento do layout e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança”.

Souza *et al.* (2001) afirma ser imprescindível a constituição de um bom layout do canteiro de obra e das áreas de vivência, de maneira a atender as necessidades de produção e dar condições adequadas de trabalho aos operários.

Gitahy Junior (2003) afirma que o processo de planejamento do canteiro contém diversas condicionantes que vão desde a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar a eficiência da produção com a segurança necessária aos funcionários, até a minimização e facilitação da logística interna (materiais, produtos e mão-de-obra).

Segundo Menezes *et al.* (2003) o projeto do canteiro é um dos principais instrumentos para o planejamento e organização da logística de canteiro. Ele afeta o tempo de deslocamento dos trabalhadores e o custo de movimentação dos materiais e interfere, portanto, na execução das atividades e também na produtividade global da obra e dos serviços.

Para Ferreira (1998) o projeto do canteiro de obras é definido como um serviço integrante do processo de construção, responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias, e das vias de circulação necessárias ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva.

A participação da logística na concepção do canteiro de obras, apesar de pouco explorada no Brasil, contribui na otimização do fluxo de materiais durante a execução da obra. Vieira (2006) cita algumas melhorias:

- Assegura a realização de operações seguras e salubres, minimizando acidentes de trabalho;
- Minimiza distâncias para movimentação de pessoal e material;
- Reduz as perdas de materiais devido a uma menor movimentação dos mesmos;
- Um canteiro limpo e organizado, melhora a auto-estima dos trabalhadores e contribui para o aumento da produtividade.

O canteiro de obras deve atender as necessidades das diversas etapas da construção. A disposição das máquinas, materiais e pessoas deve contribuir para uma movimentação harmoniosa entre os diferentes agentes e fluxos, melhorando o desempenho das equipes aumentando a produtividade e reduzindo perdas.

Tais preocupações com o projeto do canteiro de obras devem vislumbrar o atendimento de questões da ergonomia, tema a seguir explanado.

### **2.3 Ergonomia e suas aplicações**

A origem dos estudos ergonômicos vem desde primórdios das relações entre o homem e o trabalho. Existem no Museu do Louvre papiros egípcios que denotam recomendações de natureza ergonômica para a construção de utensílios de construção civil, assim como

desenhos de arranjos organizacionais para o canteiro de obras de pirâmides. Santos (2005) comenta que a Ergonomia como ciência teve suas origens em estudos e pesquisas na área da Fisiologia do Trabalho, mais especificamente na fadiga e no consumo energético provocado pelo trabalho. Estes estudos tiveram como objetivo diagnosticar os problemas que causavam a fadiga no trabalho e, conseqüentemente, procurar soluções que pudessem eliminar e / ou minimizar a fadiga no trabalho.

### 2.3.1. Histórico do Tema

Não existe uma história oficial sobre a ergonomia. Para Villarouco (2007) o termo ergonomia foi utilizado pela primeira vez, em 1857, pelo polonês W. Jastrzebowski, que publicou um artigo intitulado “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho baseada nas leis objetivas da ciência da natureza”.

Durante a I Guerra Mundial (1914-17), uma comissão formada por fisiologistas e psicólogos auxiliou no aumento da produção de armamentos. Santos (2005) explica que esta comissão foi transformada no Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, que, por sua vez, realizou diversas pesquisas sobre o problema da fadiga na indústria. Em 1929, com a reformulação do Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, passando a se chamar Instituto de Pesquisa Sobre Saúde no Trabalho, o campo de atuação e abrangência das pesquisas em Ergonomia foi ampliado. Neste instituto foram realizados estudos sobre posturas, carga manual, esforço físico, seleção de trabalhadores e problemas relacionados a fatores climáticos e ambientais.

Foi na II Guerra Mundial que as primeiras aplicações práticas da ergonomia aconteceram, devido à complexidade dos equipamentos utilizados no campo de batalha, os esforços foram redobrados para adequar estes produtos as necessidades operacionais, a capacidade e limitações dos usuários (pilotos, controladores e operadores), objetivando a melhoria no desempenho, redução da fadiga e dos acidentes.

Em 1949, um engenheiro inglês chamado Murrel criou na Inglaterra a primeira sociedade nacional de ergonomia, a “Ergonomic Research Society”. Posteriormente, a ergonomia desenvolveu-se em numerosos países industrializados, como a França, Estados Unidos, Alemanha, Japão e países escandinavos. Dez anos mais tarde, em 1959 foi fundada a “International Ergonomics Association” em Oxford na Inglaterra. No Brasil, segundo Santos (2007) em 31 de agosto de 1983 foi criada a “Associação Brasileira de Ergonomia” e em 1989 foi implantado o primeiro mestrado do país no PPGEP/UFSC.

### 2.3.2. Definições

Diversos conceitos são encontrados na literatura, conforme abaixo:

“A Ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar a atividade nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro” (ABERGO, 2007).

Para Almeida (1999) a ergonomia visa melhorar o trabalho humano, estudando as diversas capacidades que o homem utiliza para realizar suas atividades e, a partir daí, faz a adaptação das máquinas, das ferramentas, do ambiente e da organização do trabalho, às características humanas. É adaptar o trabalho ao homem. Assim se observam posturas, esforços físicos e mentais, efeitos dos horários e turnos de trabalho sobre o organismo humano, a organização do trabalho e os aspectos ambientais.

Para Iida (2005) a ergonomia estuda vários aspectos: a postura e os movimentos corporais (sentado, em pé, empurrando, puxando e levantando pesos), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação, (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), controles, relações entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas (tarefas adequadas, cargos interessantes). A conjugação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana.

Fialho (1997) cita Alain Wisner (1972) definindo a ergonomia “como o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, de segurança e de eficácia”.

Segundo o *site* da *Ergonomics Research Society* (ERS), a ergonomia “é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução surgida neste relacionamento”. (ERS, 2007)

A *International Ergonomics Association* (IEA) definiu em agosto de 2000 como: “A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema.”

### 2.3.3. Abordagem da Ergonomia Contemporânea

Baseado em Vidal (2007), a ergonomia contemporânea atua em três campos, a saber: físico, cognitivo e organizacional. Deve-se ter em mente que não se pode pensar a ergonomia de forma individualizada, para a correta aplicação das ferramentas ergonômicas deve-se pensar de forma sistêmica considerando todas as complexidades do trabalho.

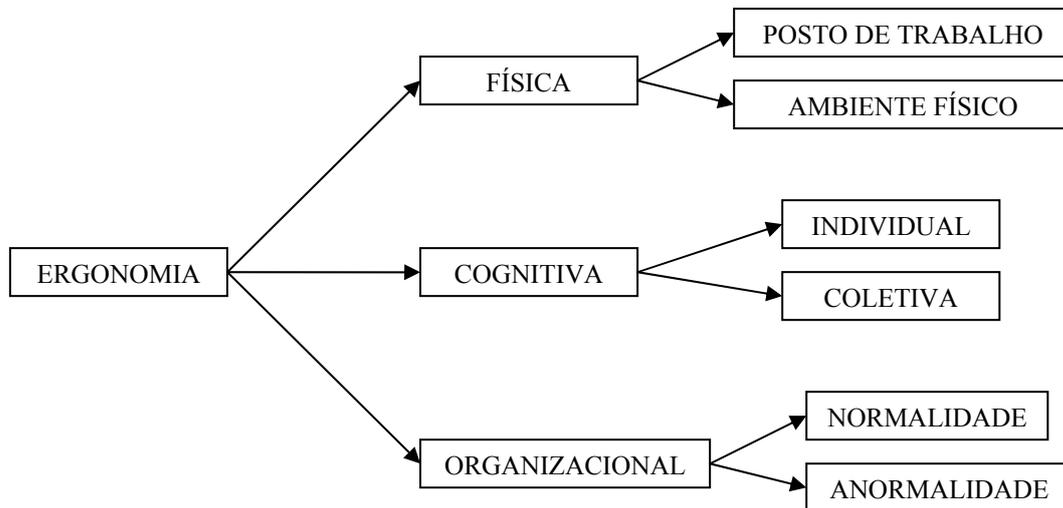


Figura 2.4 – Campos da Ergonomia Contemporânea

Fonte: Vidal (2007)

- Ergonomia Física - Trabalha as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde;
- Ergonomia Cognitiva - Relacionada aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-computador, stress e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas;
- Ergonomia Organizacional - Ligada a otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (CRM - domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, ergonomia comunitária e trabalho cooperativo, novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Ainda Vidal (2007), propõe uma divisão da ergonomia, devido a sua amplitude sendo: quanto à forma de atacar os problemas, ou abordagem, quanto à forma de encaminhar soluções, ou perspectivas e quanto à forma de agir numa realidade efetiva, ou finalidade, propriamente dita.

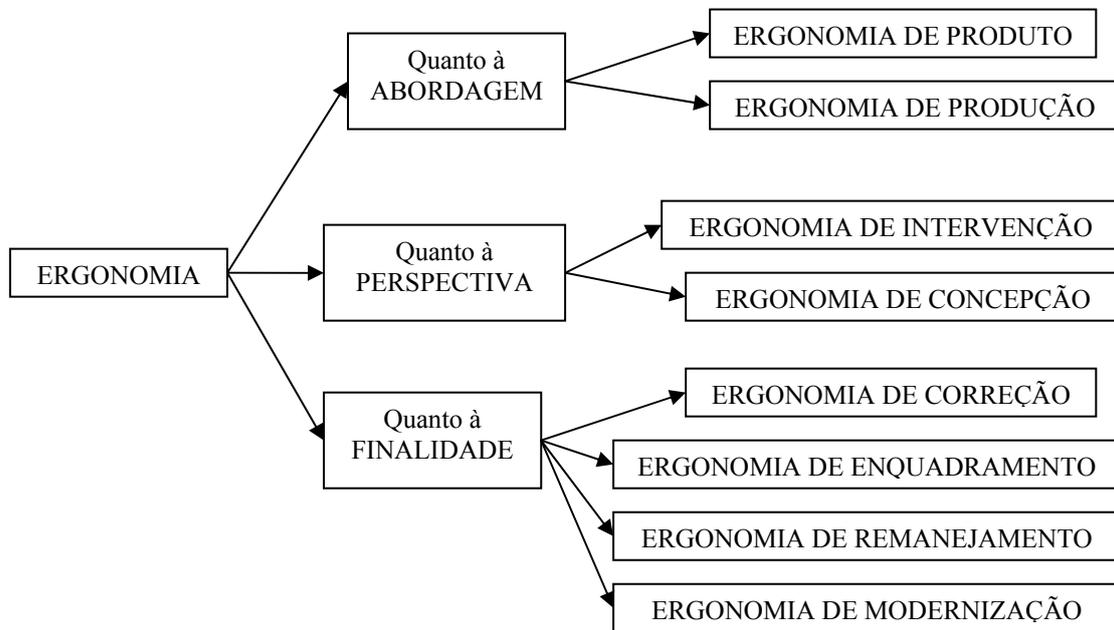


Figura 2.5 – Classificações da Ergonomia  
Fonte: Vidal (2007)

- Ergonomia de Produto - voltada para a incorporação de recomendações ergonômicas no projeto de criação dos artefatos;
- Ergonomia de Produção - voltada para o projeto de sistemas de trabalho;
- Ergonomia de Concepção – atua a nível de projeto;
- Ergonomia de Intervenção - age sobre uma realidade existente;
- Ergonomia de Correção – atua mudando algo já existente a partir de uma análise inicial;
- Ergonomia de Enquadramento - significa a adoção de padrões e parâmetros previamente estabelecidos a partir de um caderno de especificações;
- Ergonomia de Remanejamento – enquadram-se num processo de mudanças mais ou menos amplas do existente;
- Ergonomia de Modernização – quando o remanejamento se dá num contexto de mudança na base técnica do processo de produção (por exemplo, automação).

Quanto à interdisciplinaridade, Santos (2005) apresenta as áreas de influência da ergonomia:

- Engenharia – atua no projeto e na produção ergonomicamente seguros;
- Design – na metodologia de projeto e design do produto;
- Psicologia – no treinamento e motivação do pessoal;
- Medicina e enfermagem – na prevenção de acidentes e doenças do trabalho;
- Administração – nos projetos organizacionais e gestão dos recursos humanos.

Percebe-se que a ergonomia, é influenciada e influenciam nas mais diversas áreas da organização. O profissional da área deve ter um entendimento global do trabalho. Para isso, Gonçalves (2001) afirma que a intervenção ergonômica pode ser feita através de: observação direta, registro das diversas variáveis fisiológicas do trabalhador, medidas do ambiente físico (ruído, iluminação, vibração, temperatura, umidade, etc.) e coleta de dados relacionados às informações gerais do posto em estudo. É importante ressaltar nesse processo da participação dos trabalhadores que não deve ser limitada a uma simples coleta de opiniões, mas deve servir de grande auxílio na descrição da realidade do trabalho.

A aplicação dos conhecimentos ergonômicos, foi impulsionado, pela conversão destes em normas oficiais, Iida (2005) explica que estas recomendações se encontram nas normas ISO (International Standardization Organization), nas normas européias EN da CEN (Comité Européen de Normalisation), bem como nas normas nacionais, por exemplo, na norma americana ANSI (American National Standards Institute) e na inglesa BSI (British Standards Institution). Além disso, há normas específicas de ergonomia que são aplicadas em certas empresas e setores industriais. No Brasil, há a Norma Regulamentadora NR 17 – Ergonomia, Portaria nº 3.214 de 08/06/1978 do Ministério do Trabalho, modificada pela Portaria nº 3.751 de 23/11/1990 do Ministério do Trabalho.

Sendo um importante problema com o qual se depara o trabalhador no desenvolvimento de suas tarefas, as questões posturais têm recebido especial atenção da ergonomia.

#### 2.3.4. Posturas

Na literatura, encontram-se várias definições sobre a postura do corpo humano, seu estudo é importante para uma identificação dos movimentos nocivos ao organismo, bem como alternativas para minimizar ou eliminar o desconforto em algumas atividades laborais.

A boa postura é definida por Santos (1996) como:

- A posição do corpo que envolve o mínimo de sobrecarga das estruturas, com o menor gasto energético, para o máximo de eficiência do corpo.

- A postura que preenche todas as necessidades mecânicas do aparelho locomotor, permitindo que o indivíduo mantenha a posição ereta com esforço muscular mínimo.
- A posição que o corpo assume para preparação do próximo movimento.
- A forma de estar dos distintos componentes vertebrais, da pelve, dos membros, da cabeça e do pescoço, e é ainda o equilíbrio harmônico e estável, com “estresse” mecânico discreto, que não seja fatigante, que não provoque dor, que seja funcionalmente bom e esteticamente aceitável.

Diversos autores analisam a postura corporal a luz da ótica clínica e ocupacional. Para Kendall *et al.* (1995) *apud* Cezar (2006), a postura do corpo humano é composta das posições de todas as articulações do corpo em um dado momento, ou seja, como o corpo apresenta-se no espaço.

Existe, em termos didáticos, a chamada “Postura Padrão”, assim denominada por necessidade de haver uma padronização ao avaliar o alinhamento postural. Este alinhamento usado como padrão é consistente com princípios científicos válidos envolvendo uma quantidade mínima de esforço e sobrecarga, conduzindo à eficiência máxima do corpo, isto é, utilizando uma posição, seja estática ou dinâmica, com o menor gasto energético.

Magee (2002) *apud* Cezar (2006) conclui que a postura correta é, então, a posição na qual o mínimo estresse é aplicado sobre cada articulação. Se a postura for correta, mínima atividade muscular é necessária para manter a posição. Já a postura defeituosa (incorreta) é aquela em que o estresse sobre as articulações está aumentado.

Santos (2002) relata que a postura é a posição que o corpo assume no espaço em função do equilíbrio de quatro constituintes anatômicos. Para Knoplich (1996) *apud* Santos (2002), estes constituintes anatômicos são as vértebras, discos, articulações e músculos. Ressalta, ainda, que a postura estática é o equilíbrio do organismo do homem na posição parada (de pé, sentado ou deitado), numa situação que não cause nenhum dano às estruturas, e não produza dor quando essa posição for mantida durante muito tempo.

Barreira (1989) *apud* Santos (2002) comenta que as diversas posturas (em pé, deitado, sentado, inclinado à frente, agachado) podem, durante o repouso e o trabalho, serem realizadas em condições mais adequadas, para que os músculos possam desempenhar suas funções mais eficientemente. Em contrapartida, descreve que a má postura consiste numa falta de relacionamento das várias partes que o corpo assume na preparação do próximo movimento.

Santos (2002) explica que quando o trabalhador realiza suas atividades laborais em posturas inadequadas, apresenta sensações desagradáveis e alterações no funcionamento do

organismo decorrentes do aumento da fadiga. A análise destas posturas de trabalho, segundo Filder *et al.* (2003), é muito útil para a solução de problemas de queda de produtividade e aumento de acidentes no trabalho. Segundo Cezar (2006), projetos inadequados de máquinas ou de outros mobiliários, bem como procedimentos laborais nocivos, obrigam o trabalhador a adotar posturas inadequadas, ocasionando dor ou desconforto de acordo com o tempo que o corpo fica exposto a esses constrangimentos.

Esta má postura contribui no surgimento das lesões músculos esqueléticas (LME) que de acordo com Rebelo (2002) *apud* Ribeiro *et al.* (2005) são um conjunto de patologias cuja causa encontra-se relacionada com a exposição a fatores de riscos no local de trabalho de origem biomecânica e/ou psicossocial sendo uma expressão de uma solicitação exacerbada das estruturas músculo-esquelético.

Para exemplificar tais lesões, têm-se a dor lombar, segundo relata Cezar (2006), é uma das mais comuns na população mundial, constituindo uma causa freqüente de morbidade e incapacidade, sendo ultrapassada apenas pela cefaléia na escala dos distúrbios dolorosos que afetam o homem (BRAZIL *et al.*, 2004). Tem sido considerada uma das alterações músculo esquelético mais comum nas sociedades industrializadas, limitando o trabalho de indivíduos com menos de 45 anos de idade. Ciriello *et al.* (1999) complementa informando que as dores nas costas são as mais prejudiciais do ponto de vista financeiro no mundo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que entre 60 a 90% da população mundial apresenta lombalgia em algum período da vida.

As lesões lombares quando relacionadas ao trabalho, contribuem para a diminuição da capacidade produtiva do operário. Estas são causadas, em grande parte, por movimentações manuais de cargas inadequadas do ponto de vista ergonômico.

### 2.3.5. Constrangimentos Ergonômicos na Movimentação de Cargas

A movimentação manual de cargas na indústria da construção civil é uma atividade passível de inúmeros constrangimentos ergonômicos, onde o corpo do trabalhador funciona como ferramenta de trabalho. Embora freqüente, segundo Paquet *et al.* (1999) é complicado sua medição devido à constante mudança de ambiente físico, força de trabalho e habilidades profissionais. Na maioria das vezes, é o trabalhador quem transporta toda carga no canteiro de obras, servindo-se por vezes, do carrinho de mão como auxiliar nessa movimentação.

Entende-se por movimentação manual de cargas qualquer operação de transporte ou sustentação de uma carga que, devido às suas características ou a condições ergonômicas desfavoráveis, comporte riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores.

As atividades de manusear cargas pesadas, sem considerar as limitações do ser humano, podem trazer riscos à saúde. Troussier *et al.* (1994) *apud* Merino (1996), afirmam que o levantamento e manuseio de cargas pesadas é um sério problema em todos os países do mundo, provocando lesões relativamente sérias, e com uma grande perda econômica para os países. Neste sentido, Kruger (2002) comenta que a musculatura das costas é a que mais sofre com o levantamento de cargas, porque a coluna vertebral, composta de discos superpostos, tem pouca resistência a forças que não possuam a direção do seu eixo. Já Straker (1999) *apud* Padula *et al.* (2000) comenta que as maiores causas de lesões na coluna vertebral em tarefas de manuseio são ocasionadas por atividades que envolvem levantamento e transporte de materiais.

Merino (1996) cita Bankoff *et al.* (1994) quando fala dos problemas mais frequentes, advindos do manuseio e movimentação de cargas como sendo: hemorragias cerebrais em pessoas com arteriosclerose (endurecimento das artérias); em pessoas frágeis uma mudança de pressão repentina pode provocar hérnia abdominal ou outros problemas dos órgãos abdominais (ptose: queda de um órgão pelo relaxamento dos ligamentos viscerais ou das paredes abdominais). Este problema acontece quando o indivíduo faz esta atividade de forma esporádica, e sem os cuidados necessários, características típicas do operário da construção civil, pois alterna o transporte/manuseio de cargas com atividades estáticas como: assentamento de piso, preparo de cimento, levantamento de paredes, dentre outros.

A Câmara Municipal da Maia em Portugal comenta em seu *site* (CMM, 2008) que dores nas costas, hérnias, lesões nos pés e mãos são conseqüências normais dos levantamentos que estão ligadas à falta de capacidade física dos trabalhadores ou ainda da aplicação de métodos de trabalho impróprios. Para que se possa compreender melhor, as situações de perigo e risco associadas à movimentação manual de cargas, apresentam-se a seguir, alguns exemplos de más práticas direcionadas a indústria da construção civil:

- Carga mal posicionada, de tal modo que tenha que ser mantida ou manipulada a grande distância do tronco ou com flexão / torção do tronco;
- Carga muito pesada (inadequada às características fisiológicas do trabalhador), difícil de agarrar ou demasiado volumosa;
- Movimentação da carga a alturas inapropriadas ou adotando posturas incorretas;
- Movimentação de cargas a diversos níveis (ex. ter que transportar cargas entre diferentes pisos);
- Realização de esforços que solicitem a coluna vertebral por períodos demasiadamente prolongados;

- Necessidade de movimentos de abaixamento ou elevação das cargas demasiado grandes.  
Ainda neste mesmo *site* (CMM, 2008), como forma de prevenir futuras lesões, dispêndios de energia, material e recursos financeiros, algumas recomendações devem ser adotadas para uma correta Movimentação Manual de Cargas, a saber:
  - Evitar manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso – de acordo o National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) para a movimentação de cargas (não superior a 23 kg);
  - Procurar adaptar pegas ergonômicas na carga manuseada para facilitar o levantamento e transporte;
  - Usar técnicas adequadas em função do tipo e especificidade da carga – evitar a utilização do tronco como alavanca, mantendo-o na posição vertical e procurar utilizar os membros inferiores como alavanca;
  - Sempre que possível, colocar as cargas em planos elevados relativamente ao solo (antes de proceder à elevação);
  - Evitar ao máximo “dobrar” a coluna; esta deve servir como suporte;
  - Quando da movimentação e levantamento/abaixamento de cargas, o trabalhador deve evitar rir, tossir, falar ou efetuar outros movimentos bruscos;
  - Os movimentos de torção do tronco em torno do corpo devem ser sempre evitados;
  - As cargas transportadas devem ser suportadas pela coluna e membros inferiores, sendo a coluna apenas elemento estático de transmissão e nunca de articulação;
  - Promover o exercício físico e o reforço muscular dos músculos que participam mais ativa na movimentação de cargas;
  - Sempre que tecnicamente possível, utilizar meios auxiliares de elevação e transporte para movimentar as cargas;

Vale salientar que essas recomendações de boas práticas para a movimentação manual de cargas eliminam grande parte das condições inseguras desta atividade, mas falham na redução de lesões porque não são direcionados adequadamente à causa fundamental da maioria das lesões: comportamento inseguro.

Neste sentido, Kruger (2002) fala que o levantamento seguro de cargas pode se tornar um comportamento consciente e habitual. Este comportamento promove a segurança e previne lesões. Para que isto seja obtido, é necessário motivar as pessoas a fazer uma mudança comportamental e garantir que os trabalhadores mantenham este comportamento permanentemente.

O grande esforço realizado para a diminuição das perdas proporcionadas no manuseio manual de cargas (como exemplo: risco de lesões, desperdício de tempo e materiais, dentre outros) é, para Ciriello *et al.* (1999) é concentrar ações no redesenho ergonômico das funções que requerem tais movimentações.

### 2.3.6. Ergonomia na Construção Civil

A aplicação da ergonomia na construção civil é um grande desafio. A diversidade de tarefas, a precariedade e a improvisação encontradas dentro do ambiente de trabalho são alguns dos obstáculos ao desenvolvimento de idéias e planos para um ambiente ergonômico mais saudável. Para Albers *et al.* (2005) no desenvolvimento e implementação de intervenções ergonômicas, uma gama de desafios técnicos, organizacionais e ambientais ausentes em outras indústrias devem ser considerados.

Koningsveld *et al.* (2005) comenta que apesar da preocupação mundial acerca do tema ergonomia, na literatura atual existe relativamente poucas contribuições relacionadas com a construção. Existem mais documentos preocupados com os outros grandes setores industriais, especialmente indústria transformadora e dos transportes.

Outro fator a ser levado em consideração no tocante aos desafios da ergonomia neste setor é a baixa qualificação da mão de obra. Dentro dos canteiros de obras, muitas atividades são realizadas sem que o operário seja informado da maneira correta de realizá-lo e das conseqüências que podem advir, se tal tarefa for executada de maneira incorreta.

Barkokébas Jr. *et al.* (2003) comenta que as condições e meio ambiente de trabalho na construção civil apresentam diversos riscos de acidentes do trabalho, isso devido à mutação constante do ambiente de trabalho e a confusão que se faz em acreditar que o “provisório” significa “improvisado”, ou seja, medidas falhas.

Almeida (2003) cita a NR-17 (Norma Regulamentadora) onde todo trabalhador designado para o transporte manual deve receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverá utilizar com vistas a salvaguardar sua saúde e prevenir acidentes, bem como só admite o transporte de cargas, cujo peso não comprometa a saúde e a segurança do trabalhador.

Entretanto, o ambiente da construção civil trabalha com cargas físicas extremamente elevadas se comparado às de outros setores. Para Franco (2001) o levantamento e carregamento de cargas são, em muitos casos, ainda realizados manualmente, onde se observa que os limites de peso para levantamento de cargas são excedidos numa rotina diária. As tarefas de puxar e empurrar são usados para posicionar as cargas e movimentos repetitivos são comuns.

Algumas etapas na obra são realizadas ao ar livre, com os operários sujeito às variações climáticas. Fatores como o frio e o vento afetam o sistema músculo esquelético e o sistema respiratório; a exposição ao sol reforça o perigo das doenças de pele.

Alguns fatores influenciam no desconforto e na perda da saúde do trabalhador. Segundo Franco (2001) pode-se citar:

- O ruído – é um risco sério e muitos trabalhadores idosos da construção sofrem de perdas auditivas;
- Vibrações – são presente em algumas ocupações como: no preparo da argamassa (betoneira), na concretagem (bombas de concreto e vibrador), na operação do guincho entre outras;
- Iluminação – muitas vezes as condições são precárias, especialmente no inverno, em ambientes fechados como no caso dos banheiros, escadas, poço de elevador;
- Temperatura – em muitas partes do mundo, o clima contribui para o aumento do estresse e para um esforço extra dos trabalhadores que realizam suas tarefas ao ar livre. No caso do Brasil, por ser um país tropical, as temperaturas elevadas no verão, às chuvas e os ventos são os fatores mais desfavoráveis;
- Qualidade do Ar – a poeira é um outro fator permanente, e muitas espécies de poeiras são perigosas (cimento, cal). Alguns materiais estão ficando cada vez mais complexos, e a exposição a eles resulta em riscos a saúde. A predisposição de doenças de pele em alguns trabalhadores da construção é muito maior do que nas populações dos trabalhadores de outras profissões.

Os fatores citados contribuem para uma baixa qualidade de vida do operário da construção. Em muitos países, incluso o Brasil, os acidentes ocupacionais do setor são os mais elevados. Quedas, tropeções e deslizamentos acidentais são as principais causas desses acidentes. Os dias perdidos e a alta taxa de absenteísmo contribuem para que os custos resultantes do produto sejam elevados.

Sendo o presente trabalho a união da ergonomia à movimentação de materiais no canteiro de obras, passa-se a abordar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), metodologia adotada neste caso em estudo.

## **2.4 Análise Ergonômica do Trabalho (AET)**

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é uma metodologia ergonômica que foi desenvolvida por estudiosos franceses com a finalidade da ergonomia de correção, ou seja, tem como objetivo aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e

corrigir uma situação de trabalho real (IIDA, 2005). A parte de análise é constituída por três fases: análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades.

#### 2.4.1 Análise da demanda

Tem-se na demanda o início da análise ergonômica do trabalho. Sua utilização está na compreensão da natureza e das dimensões dos problemas apresentados. De acordo com Fialho e Santos (1997) três grupos de demanda são reconhecidos na intervenção ergonômica:

1. As demandas relacionadas com a implantação de um novo sistema de produção, cujo objetivo é a integração na concepção do projeto inicial do homem à atividade;
2. As demandas relacionadas a resolver inconvenientes ao sistema de produção já implantado, tendo como objetivo o diagnóstico dos problemas e propor melhorias das condições de trabalho;
3. As demandas relacionadas à identificação das novas condicionantes de produção onde se considera fatores que modificaram o sistema; seja por uma nova tecnologia implantada ou devido a alterações no processo produtivo/administrativo.

É importante enfatizar que o foco desse trabalho partiu de uma análise ergonômica voltada para a identificação dos problemas existentes, o que caracteriza o segundo grupo de demanda citado por Fialho e Santos (1997).

Vale salientar que nem sempre os problemas ergonômicos encontrados são os mais relevantes e que por vezes seus elementos não estão explícitos na análise, isto se deve segundo Fialho e Santos (1997) a:

- Má formulação da demanda – não traduz toda a complexidade da situação;
- A demanda pode ser implícita – sempre precedente de uma explícita.

Na análise da demanda percebem-se também algumas limitações quanto ao tempo que o analista possui para fazer o estudo e a compatibilidade entre os problemas propostos e o campo de estudo pesquisado.

#### 2.4.2 Análise da tarefa

É a obra ou porção de trabalho que o trabalhador deve realizar bem como sua relação com as condições ambientais, técnicas e organizacionais, ou seja, a análise da tarefa consiste basicamente na análise das condições de trabalho da empresa (FIALHO e SANTOS, 1997). Fialho e Santos (1997) definem homem-tarefa como contexto que engloba não apenas as máquinas e suas condições técnicas de trabalho, bem como as condições organizacionais e ambientais de trabalho.

Além disso, a tarefa de um trabalhador está inserida num sistema bastante complexo e dinâmico, segundo Fialho e Santos (1997), as exigências sócio-técnicas e organizações providas da tarefa (*inputs*) determinam o comportamento do indivíduo no seu posto de trabalho e, cujos resultados por ele realizados (*output*), em termos produtivos, são resultantes destas atividades.

Por isso, “o objetivo da análise da tarefa é o de buscar informações sobre o que fazer (trabalho prescrito) e o que é feito (trabalho real), e em que condições o trabalhador realiza seu trabalho”. (SILVA, 2001: p.13)

Segundo Poyet (1990) *apud* Fialho e Santos (1997), define esse objetivo em três níveis distintos de tarefa:

- Prescrita: é o conjunto de objetivos, procedimento e meios fixados pela empresa, caracterizando-se pelo aspecto formal do trabalho, a maneira que ele deve ser feito e os meios que se encontram a disposição para realizar a tarefa;
- Induzida: a partir de seus conhecimentos profissionais e dos diversos componentes do sistema, o trabalhador pensa o que precisa realizar. É a representação que ele elabora da tarefa;
- Atualizada: em virtude do que é imprevisível e das condicionantes do trabalho, o trabalhador muda a tarefa induzida, atualizando sua representação mental referente ao que deveria ser feito.

Para examinar a tarefa é conveniente compreender três fases distintas. A primeira corresponde à delimitação do sistema homem-tarefa, depois se faz uma descrição de todos os elementos na intenção de identificar os componentes do sistema, que impõem as exigências do trabalho. Por fim, devem-se avaliar essas exigências (FIALHO e SANTOS, 1997).

A seqüência necessária para a análise da tarefa o autor descreve minuciosamente quais critérios a serem enfocados em cada fase, para que o entendimento sobre a tarefa seja de grande valia.

No que tange a primeira fase de delimitação faz-se uma definição e concepção da missão, perfil e descrição das funções do sistema, estabelecimento de normas, atribuição de funções aos homens e máquinas, bem como a compreensão sobre todo o funcionamento e relações do sistema e subsistemas. A segunda fase, que compreende a descrição dos componentes é essencial uma obtenção de dados referentes ao homem, à máquina, às entradas (matérias-primas, informações e energia), saídas (produtos acabados, informações e energia), informações, ações, condições ambientais e organizacionais de trabalho. Por último, a terceira fase refere-se à avaliação das exigências físicas do trabalho (esforços, posturas, movimentos, gastos de energia, reações cardiovasculares e respiratórias), ambientais (luminosidade,

temperatura, ruídos), sensoriais (fontes de informação e órgãos sensoriais), sensorial-motoras (dispositivos sinais-comandos), características do operador, e mentais (referentes à tarefa e ao operador) (FIALHO e SANTOS, 1997).

Silva (2001) é mais sucinto quando cita Montmollin (1990) ao afirmar que para análise da tarefa são considerados os objetivos (de produção, qualidade, etc.) os procedimentos (métodos de trabalho, sinais, normas, etc.) os meios colocados a disposição (materiais, máquinas, ferramentas, documentos, etc.) as características do ambiente físico (ruído, calor, trabalho noturno, etc.) e as condições sociais do trabalho (salários, tipos de controles e sanções, etc.).

Para o levantamento das informações acerca da tarefa a ser estudada, Fialho e Santos (1997) citam:

- Análise dos documentos – conhecer o histórico do posto de trabalho, localização no organograma da empresa, relação hierárquica com o conjunto de postos do setor, dentre outros;
- Entrevistas – técnica indispensável na Análise Ergonômica do Trabalho. Os debates dirigidos são fundamentais com as pessoas envolvidas na situação do trabalho, que podem fornecer informações úteis;
- Observações – facilita para o analista formar a idéia inicial do trabalho, qual freqüência, duração e como o trabalho é realizado;
- Questionários – posterior as entrevistas, é importante a elaboração de um questionário e solicitar ao trabalhador preenchê-lo;
- Medidas – quantificam alguns elementos da situação de trabalho como: iluminação, temperatura, vibração, etc.

#### 2.4.3 Análise da atividade

A conceituação dita por Fialho e Santos (1997: p.24) “é o que o trabalhador, efetivamente, realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho”.

Avaliar o comportamento humano é muito importante quando se pretende explicar as ações realizadas por um determinado indivíduo no seu posto de trabalho. Quando um homem executa uma atividade, ele requer que o seu corpo responda as suas solicitações de modo funcional.

Segundo Fialho e Santos (1997) as atividades do homem no trabalho podem ser divididas em atividades motoras ou musculares e atividades mentais, ambas precisam ser entendidas e interpretadas distintamente. O meio para obter a identificação dessas atividades

dá-se através da observação. Para Silva (2001) a observação dos comportamentos, restitui a análise do trabalho voltado ao estudo dos tempos e movimentos, mas de uma forma real. Um ponto importante deste realismo é examinar o conjunto das atividades motrizes, não somente os gestos de ação, assim como os de observação (movimentos da cabeça e dos olhos, por exemplo) e os de comunicação (palavras e gestos) (SILVA, 2001).

Portanto, o trabalhador é analisado como subsistema relacionado a subsistemas de tarefas que o caracteriza com homens-tarefas. Para entender o comportamento humano no posto de trabalho, pode ser abordado sob dois ângulos que Fialho e Santos (1997) chamam de:

- Enquanto um “sistema de transformação de energia”: ênfase nas atividades motoras de trabalho, que quando estimuladas resultam em energia mecânica de aplicação de forças, movimento, postura etc.;
- Enquanto um “sistema de recepção e tratamento de informação”: ênfase nas atividades mentais de trabalho, que permitem detectar, perceber e tratar as informações recebidas do meio-ambiente de trabalho.

Dependendo das atividades do profissional tenderá a prevalecer o trabalho manual e/ou intelectual.

Silva (2001) cita a ótica de Guérin (1985) sobre a análise da atividade quando a mesma enfoca a maneira como o homem precisa do seu corpo, de sua personalidade e competências para realizar um trabalho. O comportamento de um indivíduo precisa da reação de alguns componentes para que ele execute alguma tarefa: componentes físicos (atividade motoras: estática e dinâmica), sensoriais (órgãos visuais, auditivos, táteis e olfativos), mentais e relacionais (relação social no trabalho).

Para o levantamento das informações na etapa da análise da atividade, algumas ferramentas são utilizadas (FIALHO e SANTOS, 1997):

- Cronometragem – consiste em identificar as posturas e medir o tempo necessário para a execução de cada movimento;
- Registro fotográfico – importante para identificar as posturas adotadas no trabalho a ser estudado. A visualização das fotos permite atuar na real situação da atividade;
- Tempos elementares – decompõe os movimentos executados pelo trabalhador, em um número restrito de movimentos padrão, atribuindo um tempo standard universal;
- Check List – lista de verificação elaborada a partir das observações iniciais, onde é verificada posturas/constrangimentos durante a atividade analisada.

## 2.5. O Método OWAS

Criado na década de 1970 pela *Ovako Oy Company* e o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, esse método inicialmente foi desenvolvido com objetivo de analisar posturas de trabalho na indústria do aço. Sua nomenclatura “OWAS” deriva-se de *Ovako Working Posture Analysing System* e foi proposto por três pesquisadores finlandeses (KARKU; KANS; KUORINKA, 1977). Iida (1992) *apud* Ribeiro (2005) comenta que esse método criou informações para melhorias dos métodos de trabalho pela identificação de posturas corporais inadequadas durante a realização da atividade. Esses pesquisadores encontraram 72 posturas típicas resultantes de diferentes combinações das posições do dorso (04 posições típicas), braços (03 posições típicas) e pernas (07 posições típicas).

A atividade é subdividida em várias fases e posteriormente categorizada para a análise das posturas no trabalho. Na análise das atividades aquelas que exigem levantamento manual de cargas são identificadas e categorizadas de acordo com o sacrifício imposto ao trabalhador. Não são considerados aspectos como vibração e dispêndio energético. O sistema baseia-se em analisar determinadas atividades em intervalos variáveis ou constantes, observando-se a frequência e o tempo despendido em cada postura.

Silva (2001) afirma que, para registrar as posturas, o procedimento é olhar o trabalho de forma geral verificando a postura, força e fase do trabalho, depois desviar o olhar e realizar o registro. Podendo, assim fazer estimativas da proporção do tempo durante o qual as forças são exercidas e posturas assumidas, através de filmagem ou registro fotográfico. Nas atividades cíclicas deve ser observado todo o ciclo e nas atividades não cíclicas um período de no mínimo 30 segundos.

A Figura 2.6 mostra as principais posturas identificadas pelo método OWAS para as costas, a Figura 2.7 representa as posturas dos braços, a Figura 2.8 a codificação das posturas para as pernas e a Figura 2.9 a codificação para o esforço.

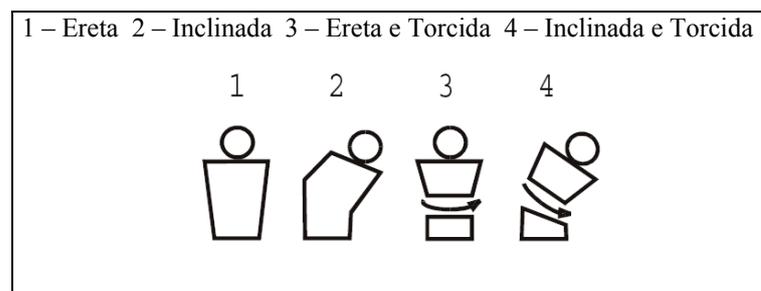


Figura 2.6 – Método OWAS - Codificação da Postura – Costas  
Fonte: Castro (2007)

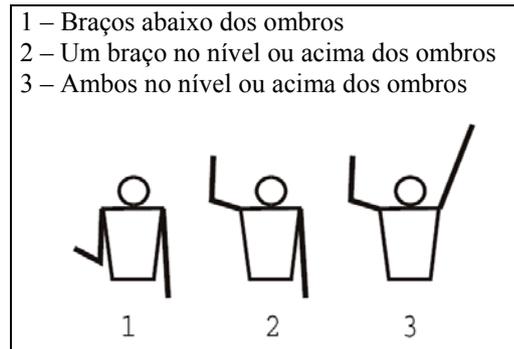


Figura 2.7 – Método OWAS - Codificação da Postura – Braços  
 Fonte: Castro (2007)

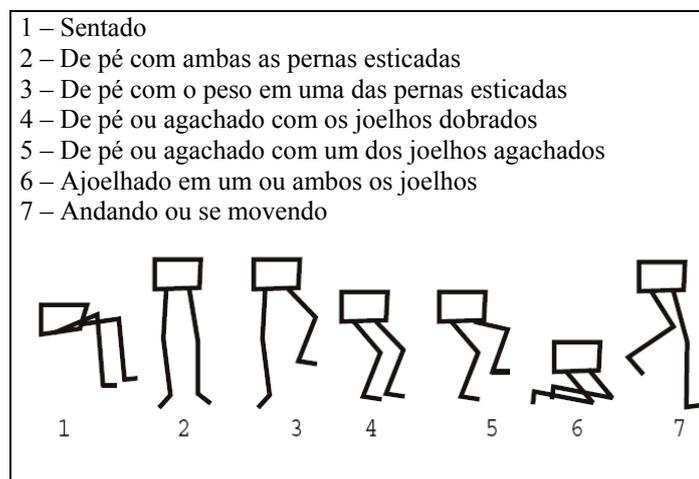


Figura 2.8 – Método OWAS - Codificação da Postura – Pernas  
 Fonte: Castro (2007)

- 1 – Peso ou força necessária igual ou menor 10 Kg  
 2 – Peso ou força necessário maior que 10 Kg ou menor que 20 Kg  
 3 – Peso ou força necessária excede 20 Kg

Figura 2.9 – Método OWAS - Codificação da Postura – Esforço  
 Fonte: Castro (2007)

No tocante a classificação do esforço físico, segundo Guimarães (2002) apud Ribeiro (2005) o método OWAS indica 04 categorias de acordo com as posturas adotadas no trabalho e a força exercida em uma ação específica. A Tabela 2.2 relaciona as cores com as posturas indicadas:

Tabela 2.2: Categorias de ação segundo posição das costas, braços, pernas e uso de força no método OWAS

	CATEGORIA	CONDIÇÕES
	1. Não são necessárias medidas corretivas	Nesta categoria enquadram-se as posições que se priorizam o alinhamento do corpo, tornando irrelevante o valor dos esforços e a posição dos braços.
	2. São necessárias correções no futuro	As posturas que se enquadram nesta categoria são transições entre as categorias 1 e 3. Desta forma, estão presentes em quase toda a seqüência de posturas e se apresentam freqüentemente quando as costas estão eretas e ocorre um arqueamento das pernas, com esforços moderados. Pode ser encontrada em quase todas as combinações entre costas, braços, pernas e esforço moderado.
	3. São necessárias correções logo que possível	Semelhantemente a categoria 2, trata-se também de uma transição, porém, um pouco mais grave. Também está relacionada a muitas combinações de costas, pernas, braços, com maiores esforços. Sendo que esta categoria não ocorre quando as costas estão eretas, excetuando-se apenas, quando as pernas estão arqueadas e o esforço é maior que 30kg. Esta categoria não ocorre se as pernas estiverem eretas e o esforço for de no máximo 10kg, independente da posição das costas e dos braços.
	4. São necessárias correções Imediatas	Nesta categoria enquadram-se as posturas que flexionam ou torcem as costas, e flexionam as pernas. Nesta situação a posição dos braços e os graus de esforços chegam a ser irrelevantes. Enquadram-se nesta categoria a postura onde as costas estão torcidas e curvas quando o esforço ultrapassa a 30kg. Se andando, a posição dos braços é irrelevante, já com as pernas erguidas, os braços abaixo dos ombros tornam a postura menos crítica. Porém se sentado, deve-se evitar esforços.

Fonte: Castro (2007)

Resumindo, tem-se abaixo tabela com as codificações de postura e as respectivas categorias de ação:

Tabela 2.3: Codificação de Posturas com categorias de ação

Costas	1	2	3	4			
Braços	1	2	3				
Pernas	1	2	3	4	5	6	7

Fonte: Castro (2007)

O método OWAS possui algumas limitações, sobretudo por desconsiderar o dispêndio energético em cada atividade analisada, mas é bastante eficiente na identificação das

atividades mais prejudiciais e nas regiões mais exigidas dos operários, com isso, pode-se elaborar recomendações ergonômicas que eliminem ou minimizem estas atividades penosas.

### 2.5.1 O Software WinOWAS

A complementação do método OWAS se dá com a utilização do programa de computador chamado WinOWAS, disponível no *site* <http://turva1.me.tut.fi/OWAS/>. Este *software* é adequado para análise do corpo inteiro em situações de trabalho dinâmico. Uma vez lançados os dados, o programa apresenta os resultados com ferramentas gráficas que auxiliam na visualização e análise.

Conforme estudos realizados por Guimarães (2002) em empresas da construção civil pesada, o método WinOWAS, a versão computadorizada do OWAS, tem se mostrado uma ferramenta valiosa na identificação de problemas em situações de trabalho com manuseio e transporte de carga. Os dados obtidos permitem categorizar níveis de ação para medidas corretivas visando à promoção da saúde ocupacional.

Este programa computacional fornece as seguintes informações, de acordo com Silva (2001):

- Quadro de posturas: este quadro apresenta a caracterização da postura pelos códigos estabelecidos pelo método, à frequência que esta postura ocorre naquela amostragem e o percentual do tempo despendido com aquela postura;
- Quadro de recomendações: este quadro fornece as recomendações no sentido da necessidade de alteração da postura para cada fase do trabalho especificamente e para o trabalho analisado de uma forma geral.
- Gráfico de categorias de ação: A combinação das posições das costas, braços e pernas determinam categorias de ação para as medidas corretivas. Este gráfico mostra a categoria de ação para cada fase de trabalho analisada individualmente.
- Quadro de categorias de ação: Este quadro além de mostrar a categoria de ação para cada fase individualmente, mostra uma análise do trabalho como um todo, o percentual de tempo despendido em cada postura e a frequência daquela postura naquela amostra.

Para a análise das posturas executadas durante o processo de movimentação de materiais, foi utilizado o *software* WinOWAS. Os dados de alimentação do programa foram obtidos através de registros fotográfico do local. A seguir, todos os passos necessários no processo de utilização do *software*.

### 2.5.2 As etapas de preenchimento do Software WinOWAS

O primeiro passo é acessar o *site* <http://turva1.me.tut.fi/OWAS/> e baixar o arquivo disponível com o programa gratuito. Existem duas versões em inglês e em finlandês. Após descompactar o arquivo e instalar, efetua-se o preenchimento dos dados.

A Figura 2.10 mostra a tela inicial do programa quando o mesmo é iniciado. Este apresenta as opções:

- *File* – arquivo – tem a função de abrir algum arquivo já existente, salvar, transformar em outro formato e sair do programa;
- *Observation* – Observação – esta opção será posteriormente detalhada;
- *Graph* – Gráfico – após os dados inseridos no menu Observação, é dada a opção de geração de gráficos com recomendações para ações;
- *Print* – imprimir – o arquivo pode ser impresso com todas as posturas, gráficos, recomendações;
- *Help* – ajuda – é o guia do programa.

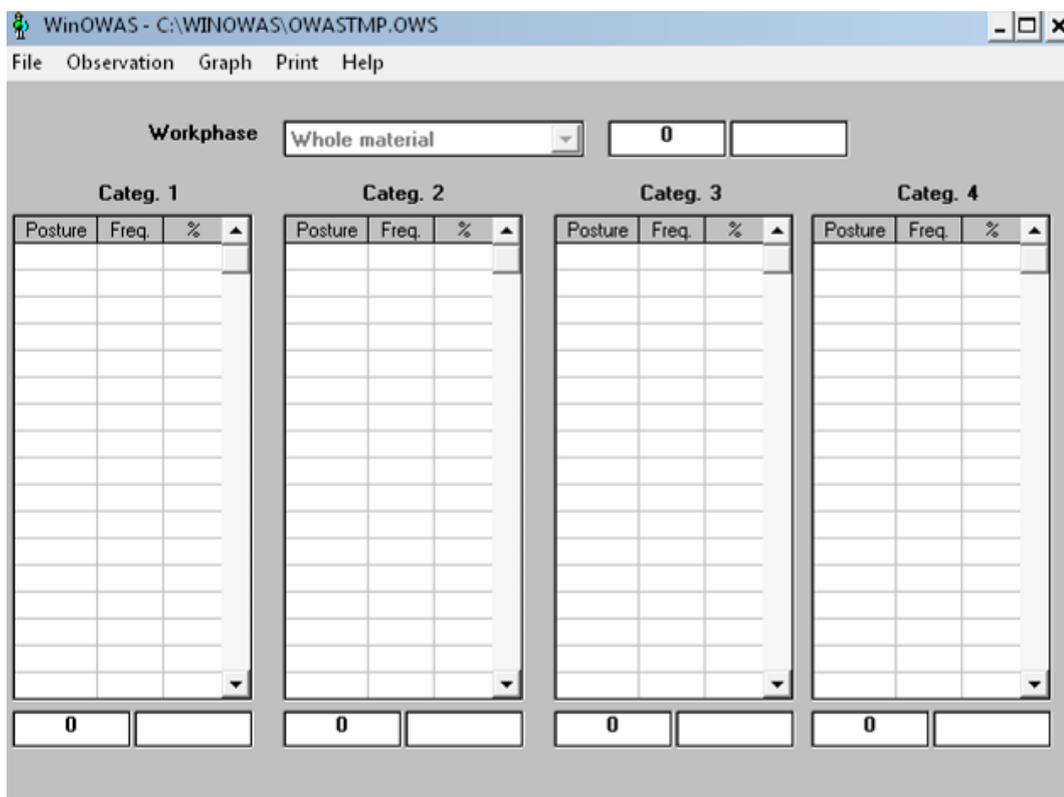


Figura 2.10 – Tela Inicial do Software WinOWAS

Fonte: o Autor a partir do site <http://turva1.me.tut.fi/OWAS/>

A Figura 2.11 mostra o menu observação em detalhes, a saber:

- *Define workphases* – definir fases do trabalho – no processo de observação e registro fotográfico da tarefa a ser trabalhada, analisa-se quantas etapas são necessárias para a conclusão do processo. Estas etapas são inseridas no programa;
- *Define background information* – definir informações do estudo – neste tópico são inseridas as informações sobre a empresa, nome do observador, departamento, tipo de tarefa a ser observada;
- *Start* – Iniciar – depois de inseridas as informações, o programa é iniciado;
- *Copy to Clipboard* – copiar para tabela – os resultados obtidos podem ser copiados para outro arquivo qualquer.

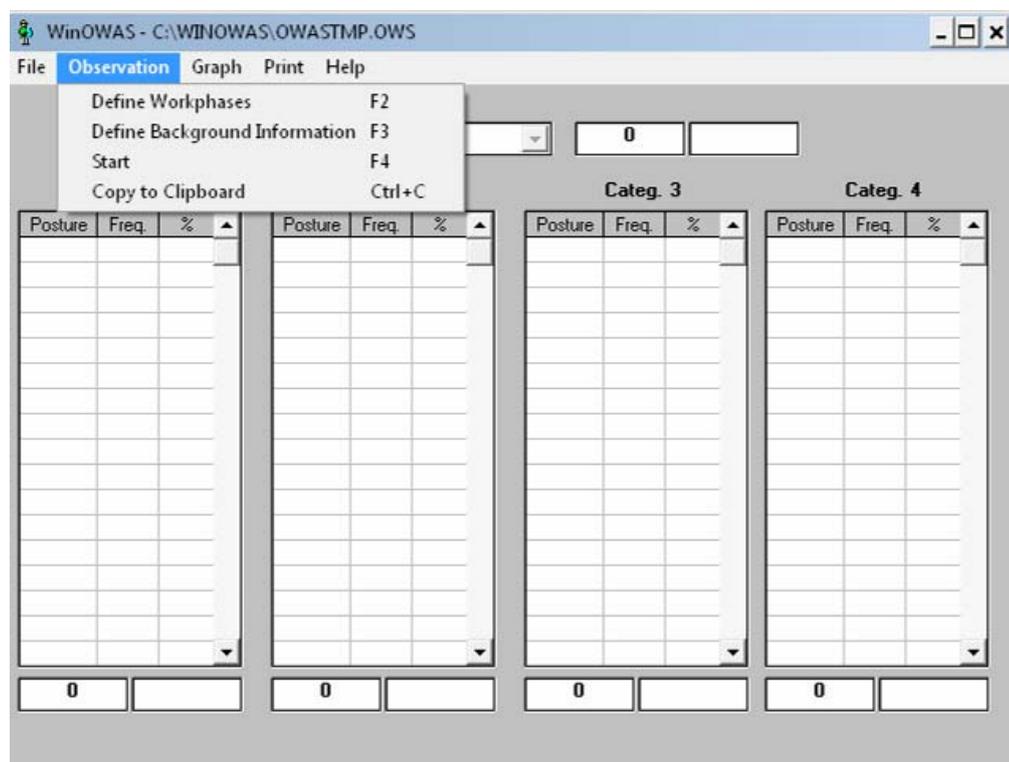
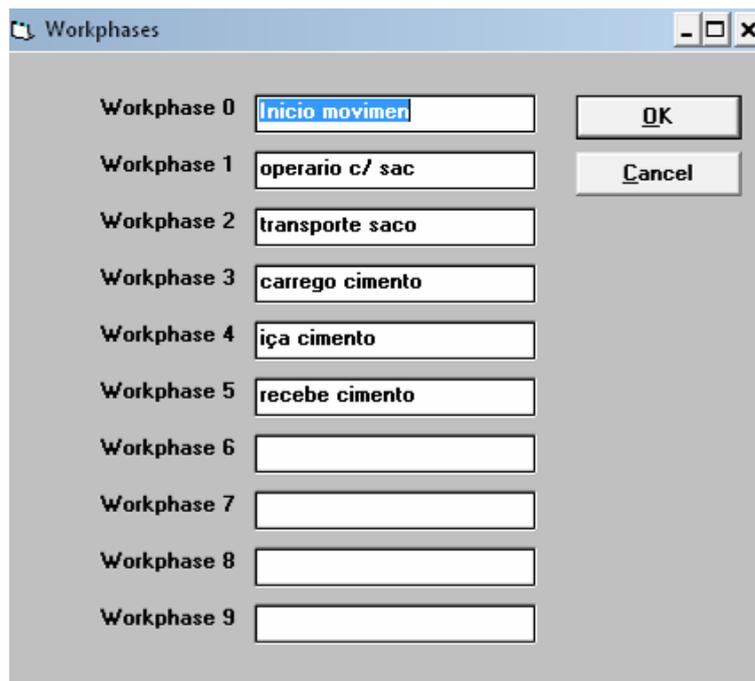


Figura 2.11 – Tela do Menu Observação do Software WinOWAS

Fonte: o Autor a partir do site <http://turva1.me.tut.fi/OWAS/>

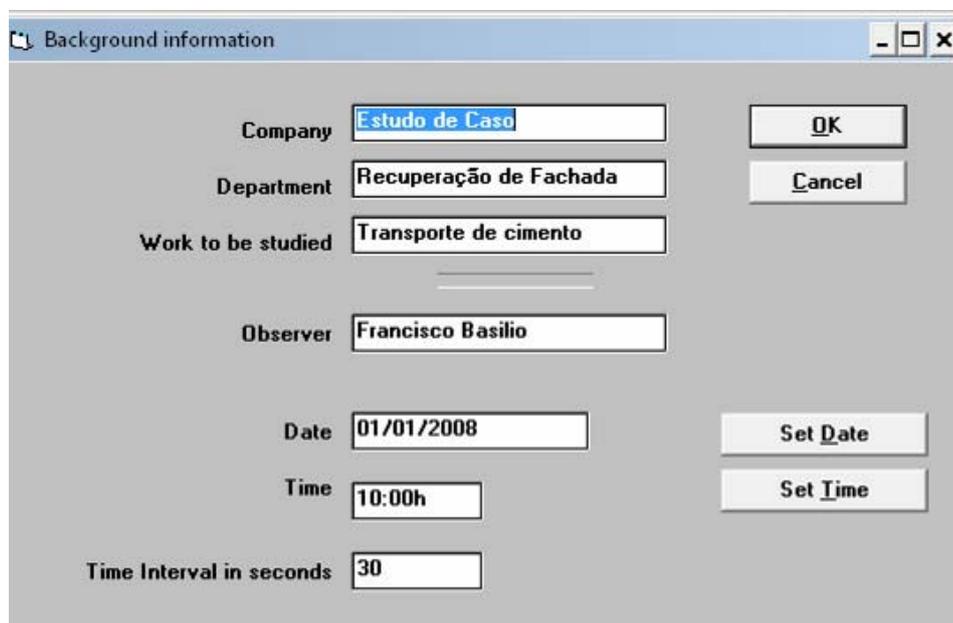
Na definição das fases do trabalho é feita como exemplo a seguir, divididos de acordo com as seqüências de posturas analisadas para execução desta tarefa. Toma-se a tarefa de transporte de sacos de cimento manualmente. Dividiu-se segundo a Figura 2.12:



Workphase	Description
Workphase 0	Inicio movimen
Workphase 1	operario c/ sac
Workphase 2	transporte sacco
Workphase 3	carrego cimento
Workphase 4	iça cimento
Workphase 5	recebe cimento
Workphase 6	
Workphase 7	
Workphase 8	
Workphase 9	

Figura 2.12 – Fases do Trabalho a serem analisadas  
Fonte: o Autor (2008)

No tópico definir informação do estudo são necessárias algumas informações conforme a Figura 2.13:



Company	Estudo de Caso	OK
Department	Recuperação de Fachada	Cancel
Work to be studied	Transporte de cimento	
Observer	Francisco Basilio	
Date	01/01/2008	Set Date
Time	10:00h	Set Time
Time Interval in seconds	30	

Figura 2.13 – Informações do Estudo  
Fonte: o Autor (2008)

No item iniciar, é feita a análise da postura utilizando o método OWAS seguindo como base as posturas para as costas (Figura 2.6), para os braços (Figura 2.7), para as pernas (Figura 2.8) e para os esforços (Figura 2.9). Baseado nestes dados faz a análise utilizando este método conforme a Figura 2.14 da postura do operário em questão:



Figura 2.14 – Operário transportando o saco de cimento  
Fonte: o Autor (2008)

- Para as costas: 4 – Inclinação e Torção;
- Para os braços: 1 – Braços abaixo dos ombros;
- Para as pernas: 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados;
- Para o esforço: 3 – Peso ou força necessária excede 20 Kg.
- Fase do Trabalho: 0 – Início do movimento

Então é gerada automaticamente uma seqüência de números pelo programa no canto inferior esquerdo, na qual representa a análise do método OWAS sendo apresentada sua prévia logo ao lado, no canto inferior direito da tela, um resumo da análise da postura com base nos dados informados anteriormente. O resultado está representado na Figura 2.15:

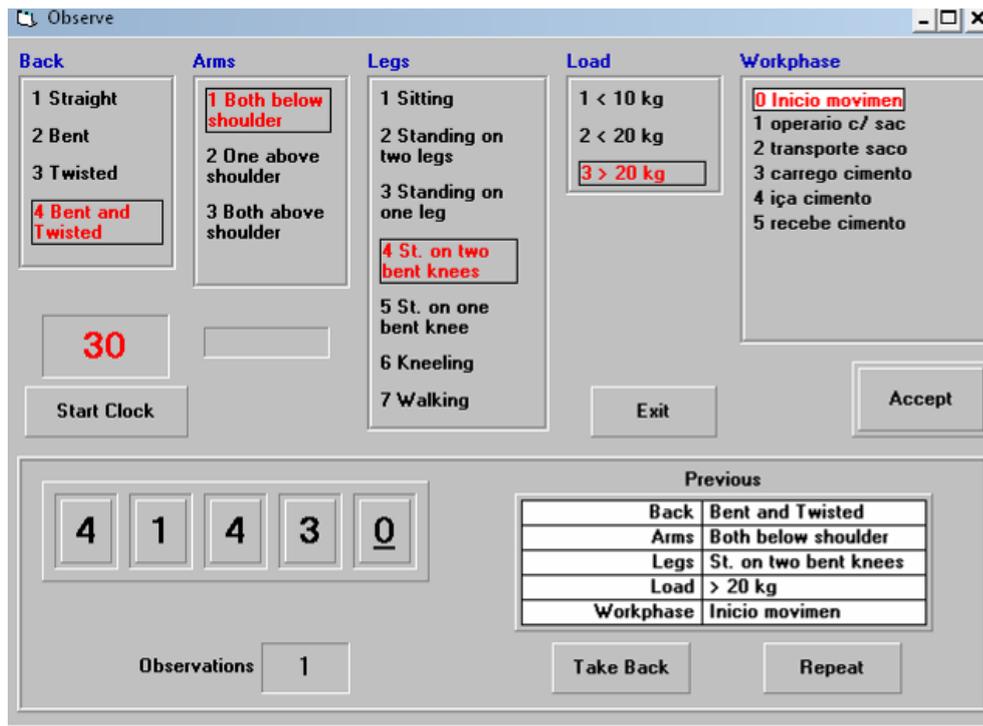


Figura 2.15 – Dados da análise do método  
 Fonte: o Autor (2008)

Após a inserção dos dados, o programa dará os resultados, analisando todas as seqüências de posturas. No menu Gráfico serão gerados os (relatórios) gráficos com os resultados pelo método OWAS. A Figura 2.16 mostra as recomendações para ações na fase inicio do movimento.

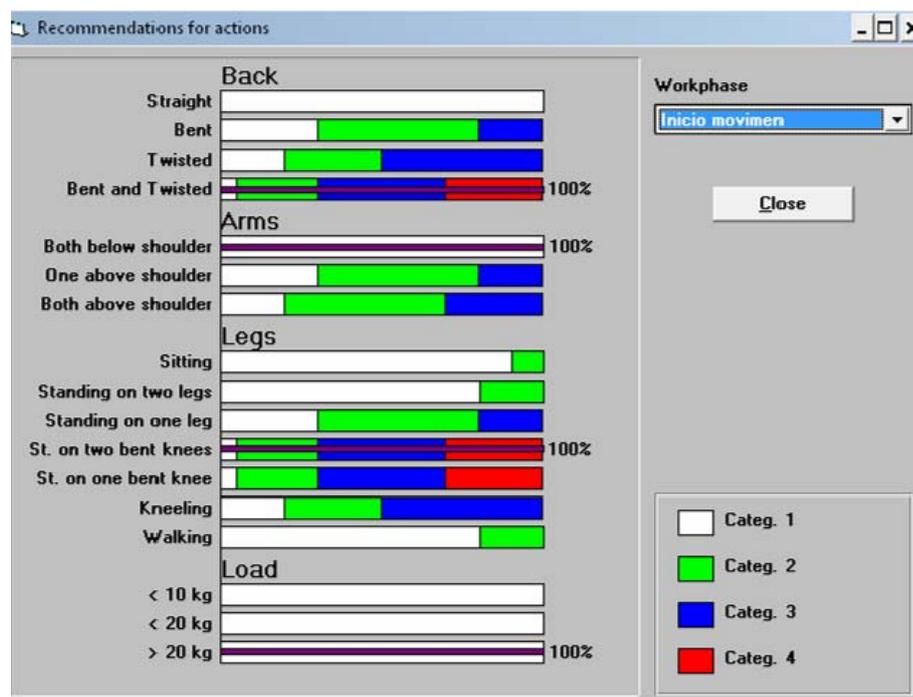


Figura 2.16 – Tela de recomendações de ações para fase Início do Movimento  
 Fonte: o Autor (2008)

Observa-se que o resultado mostra as partes do corpo e a carga de trabalho em que está situado o operário, destacada pela linha roxa que cruza os retângulos de cada parte analisada, e destacando também cada categoria de acordo com o método OWAS. A Figura 2.17 mostra o gráfico de categoria de ação por cada parte analisada.

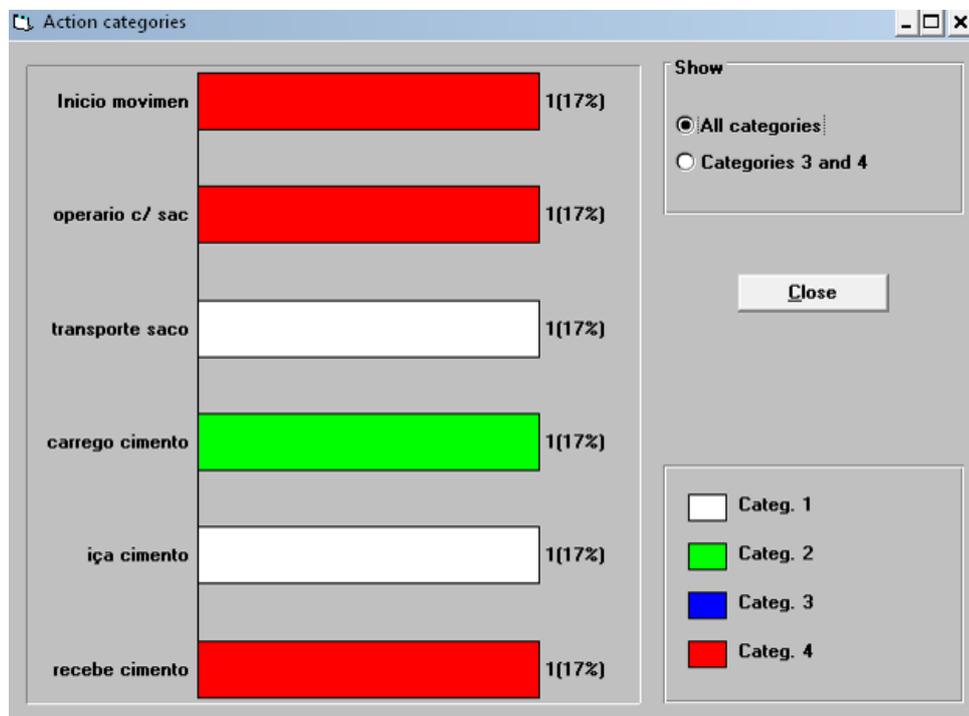


Figura 2.17 – Tela de recomendações de ações para todas as categorias  
Fonte: o Autor (2008)

Neste gráfico é mostrada a categoria de ação de cada fase analisada da atividade pelo método OWAS. Com estes resultados podem-se verificar quais partes das seqüências posturais devem ser tomadas precauções, para que não se cause danos futuros aos operários envolvidos na tarefa analisada.

### 3. METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia utilizada para que os objetivos deste trabalho mencionado no item 1.3. sejam alcançados. Barros (2005) afirma que toda e qualquer investigação moldada em caráter científico, sustenta-se em metodologias que orientam e dão suporte à sua condução, uma vez que o estudo científico necessita de uma análise sistemática que proporcione a obtenção de resultados. Segundo Yin (1994) *apud* Pontes (2004), metodologia é a investigação sobre métodos empregados nas diferentes ciências, seus fundamentos e validade, e sua relação com as teorias científicas. Enquanto o método é o conjunto de processos racionais postos em prática para se chegar à verdade, a metodologia é o “estudo” (análise e descrição) de qualquer método científico. Quando este estudo procura aprofundar a própria racionalidade de seu objeto, fala-se da lógica da ciência.

#### 3.1. Método de pesquisa

Para Gil (2007) a pesquisa tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

De acordo com Forte (2004) *apud* Wanderley (2005), as pesquisas podem ser classificadas quanto à natureza das variáveis em:

- Pesquisas qualitativas – há uma predominância de classificações, de análises mais dissertativas, de menos cálculos;
- Pesquisas quantitativas – predominam os métodos estatísticos, com utilização de variáveis bem definidas e cálculos, utilizando estatísticas descritivas e/ou inferenciais.

Segundo Severino (2000) *apud* Pontes (2004), quando se deseja aprender a dinâmica de um processo deve-se utilizar a abordagem qualitativa, numa amostra representativa deste processo, como metodologia de pesquisa. Este trabalho, quanto a natureza das variáveis é classificado como uma pesquisa qualitativa.

Para Gil (2007) é usual a classificação com base em seus objetivos gerais, assim, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos:

- Pesquisas exploratórias – tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b)

entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e  
(c) análise de exemplos que estimulem a compreensão;

- Pesquisas descritivas – tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática;
- Pesquisas explicativas – tem como preocupação central identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo é a mais complexa e delicada, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente.

Baseado nas definições apresentadas, quanto aos objetivos, este trabalho classifica-se como uma pesquisa de caráter exploratório.

Ainda segundo Gil (2007), do ponto de vista dos procedimentos técnicos uma pesquisa pode ser:

- Pesquisa bibliográfica - é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas;
- Pesquisa Documental – assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa;
- Pesquisa Experimental – quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-los, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto;
- Levantamento – quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer;
- Expost-facto – quando o experimento se realiza após os fatos;
- Estudo de Caso – consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.

Nas ciências, durante muito tempo, o estudo de caso foi encarado como procedimento pouco rigoroso, que serviria apenas para estudos de natureza exploratória. Hoje, porém, é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são percebidos claramente (YIN, 2001 *apud* GIL, 2007). Esta pesquisa é classificada, do ponto de vista dos procedimentos, como um estudo de Caso

Antes de se iniciar um estudo de caso é importante que seja feita uma revisão bibliográfica para que seja desenvolvida uma base teórica a respeito do fenômeno que será analisado (YIN, 1994 *apud* LAKATOS & MARCONI, 2007). Esta fase é de grande importância para a construção de uma teoria, pois fornece informações a respeito de domínios de aplicação desta, as relações entre seus elementos constituintes e suas definições e, além disso, indica quais são as relações importantes a serem investigadas no desenvolvimento de uma pesquisa.

### **3.2. Instrumento e forma de coleta de dados**

Gil (2007) assegura que para a coleta de dados nos levantamentos são utilizadas as técnicas de interrogação: o questionário, a entrevista e o formulário. Por questionário entende-se um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado. Entrevista, por sua vez, pode ser entendida como a técnica que envolve duas pessoas numa situação “face a face” e em que uma delas formula questões e a outra responde. Formulário, por fim, pode ser definido como a técnica de coleta de dados em que o pesquisador formula questões previamente elaboradas e anota as respostas.

A entrevista é aplicável a um número maior de pessoas, inclusive às que não sabem ler e escrever. Também em abono à entrevista, convém lembrar que ela possibilita o auxílio ao entrevistado com dificuldade para responder, bem como a análise do seu comportamento não verbal. A coleta de dados por meio da entrevista apresenta maior flexibilidade, podendo assumir as mais diversas formas. Pode caracterizar-se como informal, quando se distingue da simples conversação apenas por ter como objetivo básico a coleta de dados. Pode ser focalizada quando, embora livre, enfoca tema bem específico, cabendo ao entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retorne ao assunto após alguma digressão. Pode ser parcialmente estruturada, quando é guiada por relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso. Pode ser, enfim, totalmente estruturada quando se desenvolve a partir de relação fixa de perguntas, confundindo-se com o formulário.

Para a confecção desse trabalho, foi utilizada como instrumento de coleta de dados a entrevista de caráter informal.

Lakatos & Marconi (2007) comentam que a observação (assim como a interrogação) também é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações utilizando os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas, sobretudo, em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar.

- Assistemática – a técnica de observação não estruturada, também denominada espontânea, informal, ordinária, simples, livre, ocasional e acidental, consiste em recolher e registrar fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas. É mais empregada em estudos exploratórios e não tem planejamento e controle previamente elaborados;
- Sistemática – também chamada estruturada, planejada, controlada. Utiliza instrumentos para a coleta dos dados ou fenômenos observados e realiza-se em condições controladas, para responder a propósitos preestabelecidos. Porém, as normas não devem ser rígidas ou padronizadas, pois situações, objetos e objetivos podem ser diferentes;
- Não Participante – o pesquisador entra em contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, sem integrar-se a ela. Apenas participa do fato, sem participação efetiva ou envolvimento. Age como espectador. Porém, o procedimento tem caráter sistemático;
- Participante – implica a interação entre investigador e grupos sociais, visando coletar modos de vida sistemáticos, diretamente do contexto ou situação específica do grupo. Não utiliza instrumentos como questionário ou formulário; a responsabilidade do sucesso da investigação depende exclusivamente do investigador, como habilidade, flexibilidade, aspecto emocional, profissional e ideológico;
- Individual – técnica de observação realizada apenas por um investigador.

No processo de observação, é importante o registro de imagens que segundo Yin (1994) *apud* Pontes (2004), aumenta o poder de comunicação das informações, além de constituírem em um importante registro das características do estudo de caso. Verifica-se ainda na bibliografia autores que ressaltam a importância do registro de imagens como um meio de documentar a forma como as atividades são desempenhadas. Este registro poderá servir ainda, como base para a realização de melhorias e para a divulgação de boas práticas na empresa.

Para um universo numeroso e esparsos, segundo a mesma autora é recomendável a seleção de uma amostra. Isso não significa, no entanto, que a amostra deva ser selecionada de acordo com procedimentos rigidamente estáticos, pois estes poderiam neutralizar o efeito de conscientização que é pretendido nesse tipo de investigação. De modo geral, o critério de representatividade dos grupos investigados na pesquisa-ação é mais qualitativo que quantitativo. Daí porque o mais recomendável nas pesquisas desse tipo é a utilização de

amostras não probabilísticas, selecionadas pelo critério da intencionalidade. Uma amostra intencional, em que os indivíduos são selecionados com base em certas características tidas como relevantes pelos pesquisadores e participantes, mostra-se mais adequada para a obtenção de dados de natureza qualitativa. A intencionalidade torna uma pesquisa mais rica em termos qualitativos.

Tanaka *et al.* (2001) comenta que uma "amostra é dita intencional" quando entrevista, observa ou realiza um grupo focal com as pessoas que, por critérios definidos pelo avaliador, sejam capazes de transmitir as informações que se julgam necessárias para realizar a avaliação.

### **3.3. Descrição dos métodos e técnicas utilizadas neste estudo**

Para o desenvolvimento da pesquisa, tomou-se como universo o segmento de construção de edificações para uso residencial na cidade do Recife. A população foi os operários da obra de recuperação da fachada escolhida para o estudo de caso. A amostragem foi intencional, identificada a partir da facilidade de acesso a empresa, onde foi fundamental a disponibilidade e o interesse no estudo por parte da gerência e dos colaboradores envolvidos no processo de manuseio e movimentação de materiais.

Dividiu-se esta pesquisa em duas etapas distintas. Na primeira, procedeu-se uma pesquisa em fontes bibliográficas como livros, teses, dissertações e artigos publicados em congressos, periódicos científicos e sites, que serviram de base para o desenvolvimento do referencial teórico, apresentado no capítulo 2

A segunda etapa correspondeu à realização de uma pesquisa de campo, com a utilização de entrevistas informais com os operários da obra estudada, numa empresa construtora atuante na região metropolitana do Recife.

Neste estudo de caso, foi empregada a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) como metodologia de Análise ergonômica. Esta metodologia está contemplada no capítulo 2.4 da revisão da literatura e detalhada na descrição do estudo de caso, onde se encontra sua descrição junto à aplicação no caso abordado.

Durante a fase da pesquisa de campo, realizada no período de dezembro/07 a janeiro/08, foram usadas as ferramentas da observação, entrevista e registro fotográfico, como suportes à identificação dos riscos ergonômicos na tarefa de transporte e manuseio de materiais, permitindo ainda avaliações comparativas com casos descritos na literatura especializada. Posteriormente, utilizou-se o programa computacional WinOWAS onde as posturas foram registradas e analisadas, servindo de suporte para recomendações/sugestões minimizadoras dos inconvenientes ergonômicos encontrados.

## **4. ANÁLISE ERGONÔMICA**

Este capítulo aborda os resultados obtidos na pesquisa com base na metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) descrita no capítulo 02 – Referencial Teórico. Primeiramente apresentam-se as Análises da Demanda, Tarefa e Atividades para o trabalho de movimentação de materiais. Posteriormente, a luz do método OWAS, foi verificada as posturas adotadas pelos operários na execução desta atividade e por fim, utilizando o *software* computacional WinOWAS, analisou-se estas posturas.

### **4.1. Análise da Movimentação de Materiais na Empresa - Estudo de Caso**

A metodologia utilizada no estudo do posto de trabalho foi a Análise Ergonômica do Trabalho, segundo as fases descritas no capítulo 2 (item 2.4), de acordo com a análise da demanda, da tarefa e da atividade. Durante as primeiras visitas, foram realizadas observações abertas e entrevistas informais com as pessoas diretamente envolvidas na atividade de manuseio de materiais e o mestre de obras, com a finalidade de melhor caracterizar a situação real de trabalho.

Na segunda etapa foi utilizada a máquina fotográfica, para capturar as posturas assumidas pelos operários e aplicar o método OWAS e posteriormente, com a ajuda do *software* WinOWAS. O ambiente físico foi observado segundo a visão do analista, de forma a avaliar a sua situação real.

#### **4.1.1 Caracterização da Empresa**

O presente estudo foi realizado no período de dois meses (Dezembro/07 a Janeiro/08) na empresa denominada “Estudo de Caso”, especializada na recuperação de fachadas prediais. Atua a 16 anos no estado de Pernambuco, Alagoas e Paraíba, possui um total 73 funcionários. A obra visitada é um edifício residencial de 20 (vinte) andares e 22 (vinte e dois) pavimentos com 02 (dois) apartamentos por andar. Situa-se na Avenida Boa Viagem, na cidade do Recife estado de Pernambuco. Nesta reforma predial, o quadro funcional é composto por: 01 mestre de obras, 03 pedreiros e 05 ajudantes. O horário de trabalho é de segunda a sexta, das 7:30h às 17:30h com um intervalo de 01 (uma) hora para o almoço fornecido pela empresa. A mão de obra analisada foram os 05 (cinco) ajudantes responsáveis pela movimentação dos materiais.

#### **4.1.2 Análise da Demanda**

O principal objetivo da demanda é analisar as condições de trabalho da operação de movimentação de materiais, e identificar por meio do método OWAS e do aplicativo

WinOWAS, as posições que causam constrangimentos aos operários, possibilitando o diagnóstico e as recomendações ergonômicas necessárias para melhoria das situações de trabalho nesta atividade.

A demanda do estudo para a atividade de manuseio de materiais foi originada pela importância desta tarefa no processo construtivo. No canteiro de obras a movimentação de cargas é intensamente utilizada tendo o profissional encarregado de abaixar-se, pegar o saco/caixa, erguê-lo, caminhar com ele, depositá-lo no local específico, preparar este material, depois levá-lo ao local de consumo. Com isso, ele assume diversas posições inconvenientes no desenvolvimento de suas atividades.

#### 4.1.3 Análise da Tarefa

A situação de trabalho pode ser descrita como, os ajudantes recebem as informações do mestre de obras, onde são repassadas as informações da necessidade do material a ser utilizado no dia. Então o objetivo da tarefa é transferir/movimentar o material necessário para a execução da etapa diária de recuperação da fachada.

##### 4.1.3.1 Descrição das Componentes do Sistema Homens-Tarefa

- Dados Referentes às Entradas

No desenvolvimento de sua tarefa, o ajudante é responsável por ir ao estoque, separar o material, apanhá-lo e transportá-lo para o local de consumo em perfeito estado.

- Dados Referentes às Informações

Os ajudantes recebem as informações do mestre de obras, baseado na programação do que deve ser feito no dia e segundo o cronograma da obra passado pelo engenheiro responsável. Os dados relativos a quantidade, tipo de produto e local onde será utilizado são passados para cada ajudante realizar sua tarefa de movimentação de material.

- Dados Referentes às Ações

As ações tomadas pelos ajudantes estão relacionadas às ordens recebidas pelo mestre de obras na execução das tarefas (transferência de materiais). Os ajudantes são distribuídos de modo a executarem as tarefas, sem que atrapalhe o planejamento traçado anteriormente pelo mestre de obras.

- Dados Referentes às Saídas

Será resultado da atividade do ajudante o material separado, transportado e disponível no local de consumo de acordo com a necessidade diária da obra e o cronograma de execução das etapas da recuperação de fachada. O mestre de obra é informado pelos pedreiros

(responsáveis por utilizar o material transportado) do acerto quanto a quantidade, tipo e qualidade do material solicitado.

#### 4.1.3.2 Caracterização do ajudante na obra estudada

Os dados que serão apresentados foram obtidos através de entrevistas informais feitas no local da obra com os operários. A população envolvida é constituída essencialmente pelo sexo masculino, tendo um total de 09 (nove) operários, sendo 05 ajudantes, 03 (três) pedreiros e 01 (um) mestre de obra.

- Faixa Etária, Escolaridade e Tempo de experiência na função

A faixa etária, escolaridade e o tempo de experiência na função dos operários esta assim caracterizada:

Mestre de obra – 42 anos, 1º Grau Completo e 17 anos de experiência;

Pedreiro 01 – 45 anos, 1º Grau Incompleto e 20 anos de experiência;

Pedreiro 02 – 40 anos, 1º Grau Incompleto e 12 anos de experiência;

Pedreiro 03 – 39 anos, 1º Grau Incompleto e 15 anos de experiência;

Ajudante 01 – 25 anos, 1º Grau Incompleto e 05 anos de experiência;

Ajudante 02 – 23 anos, 1º Grau Incompleto e 03 anos de experiência;

Ajudante 03 – 21 anos, 1º Grau Incompleto e 04 anos de experiência;

Ajudante 04 – 22 anos, 1º Grau Incompleto e 02 anos de experiência;

Ajudante 05 – 19 anos, 1º Grau Incompleto e 01 ano de experiência;

- Origem dos entrevistados

Apenas o mestre de obra não é proveniente da cidade do Recife/PE, os demais são naturais do Recife/PE. Todos residem na cidade.

- Forma que iniciou a profissão

A característica dos operários da construção é começar na função de ajudante, e alguns com o passar do tempo, conseguem aprender a profissão de pedreiro, posteriormente evoluem para ser mestre de obra.

- Jornada de trabalho

O horário de trabalho que é cumprido pelos operários nesta obra vai das 7:30 horas às 17:30 horas, com intervalo de 01(uma) hora para almoço de segunda a sexta-feira perfazendo uma jornada de 9:00 horas diárias de trabalho.

- Alimentação

O almoço dos operários é realizado em um restaurante, contratado pela empresa, próximo ao local da obra.

#### 4.1.3.3 Ambiente Organizacional

Na organização do trabalho, foi constatado que a tarefa é dividida entre os ajudantes de acordo com a necessidade dos materiais a serem utilizados no dia, conforme orientação passada pelo mestre de obras. No início do expediente, o mestre de obra determina quais materiais serão movimentados e determina qual ajudante vai movimentar determinado produto. Toda a tarefa é organizada e depois checada pelo mestre de obra. E quando o produto chega ao local de consumo, ele é também conferido pelo pedreiro que se baseia na tarefa que tem de executar naquele dia.

#### 4.1.3.4 Ambiente Físico

A influência dos agentes físicos na tarefa de movimentação de materiais acontece no ambiente térmico já que o material é acondicionado na garagem do piso inferior. Neste local a temperatura é elevada, outro fator que contribui para isso é a localização da cidade do Recife de grande incidência solar. A fraca iluminação no local onde os materiais estão acondicionados é mais um fator físico que interfere no desenvolvimento da tarefa.

#### 4.1.3.5 Descrição da tarefa de movimentação de materiais

A análise da tarefa de movimentação de materiais pelos ajudantes será feita em todas as etapas da seqüência de trabalho, que vai desde o início da pega do material no local de armazenagem até a chegada no local de consumo/utilização. Desta forma as tarefas prescritas são:

- Identificar o material a ser transportado;
- Verificar se existe alguma avaria na embalagem;
- Iniciar a pega do produto;
- Caminhar com o saco/caixa até o elevador de serviço;
- Chamar o elevador;
- Entrar no elevador;
- Solicitar o piso “P”, para o caso do produto ser cimento;
- Sair do elevador no piso “P”, para o caso do produto ser cimento;
- Caminhar até o local de consumo neste piso, caso o produto transportado for cimento, demais produtos seguem com o ajudante pelo elevador até o andar o qual será utilizado;
- Preparar o cimento no piso “P”;
- Transportar o cimento pronto via equipamento de transporte até o local de uso.

Os equipamentos utilizados para a execução desta tarefa são:

- Carro de mão – utiliza-se quando é necessário transportar 02 (dois) sacos de cimento simultaneamente;
- Balde – equipamento que transporta o cimento pronto para uso, com auxílio de cordas e roldanas;
- Pá – equipamento que transporta o cimento do local de preparo para o balde.

#### 4.1.4 Análise da Atividade

A atividade é realizada conforme a necessidade do serviço a ser executado no dia, normalmente os ajudantes são divididos de acordo com a quantidade de material a ser transportado. O mestre de obras é o responsável por indicar o ajudante apropriado para manusear cada tipo produto, baseado na experiência e no conhecimento prévio do ajudante. Depois desta etapa é feito o transporte do material para o local de consumo. O deslocamento normalmente é realizado de forma manual, da origem (garagem subterrânea no piso inferior) até o ponto de consumo (para cimento o preparo é no piso “P”) demais produtos de acordo com a necessidade da obra. O desenvolvimento da atividade segue as instruções passadas pelo mestre de obra, que lhes orientam segundo o local correto para onde o material deve ser levado.

##### 4.1.4.1 Descrição das atividades de trabalho

O ajudante após receber as informações do mestre de obra realiza as seguintes atividades, de acordo com as observações feitas no local de trabalho, sendo identificadas 03 possibilidades:

- Percurso Tipo 01 – Carregamento manual dos sacos de cimento

O ajudante vai ao local de armazenagem, localizado na garagem subterrânea no subsolo do edifício. Ele pega o saco (Figura 4.2 e Figura 4.3), caminha com o mesmo junto ao corpo (aproximadamente 50 metros) (Figura 4.4) até a porta do elevador de serviços. Não há um procedimento padrão de pega nem de como o saco deva ser transportado. O saco é depositado no chão (Figura 4.5 e Figura 4.6), o ajudante chama o elevador, abre a porta, pega o saco novamente, entra no elevador vai ao piso P, sai com o saco, caminha novamente com o saco junto ao corpo (aproximadamente 20 metros), deixa o saco onde este vai ser manuseado. O cimento após ser preparado, é colocado no balde (Figura 4.7) onde posteriormente é içado, via polia e roldana (Figura 4.8), onde o pedreiro recebe o material para ser utilizado (Figura 4.9).

- Percurso Tipo 02 – Carregamento com o auxílio de equipamento dos sacos de cimento

Os ajudantes (dupla) vão ao local de armazenagem, localizado na garagem subterrânea no subsolo do edifício. Eles pegam o saco e deposita no carro de mão, esta operação é

executada outra vez (Figura 4.13). O carro de mão carregado com dois sacos é empurrado por um ajudante (aproximadamente 50 metros) (Figura 4.14) para a porta do elevador de serviços. Ele chama o elevador, abre a porta e com o auxílio do outro ajudante, pega o saco e deposita dentro do elevador (Figura 4.15). Após chegar ao piso “P” os ajudantes retiram os sacos do elevador (Figura 4.16) e depositam na porta de entrada do mesmo. O ajudante pega o saco (Figura 4.17), caminha com o mesmo junto ao corpo (aproximadamente 20 metros) (Figura 4.18) e deixa o saco onde este vai ser manuseado. Não há um procedimento padrão de pega nem de como o saco deva ser transportado. O cimento após ser preparado (Figura 4.19), é colocado no balde onde posteriormente é içado, via polia e roldana (Figura 4.20), onde o pedreiro recebe o material para ser utilizado (Figura 4.21).

- Percurso Tipo 03 – Carregamento manual de sacos argamassa/rejunte e caixa de revestimento cerâmico

O ajudante vai ao local de armazenagem, localizado na garagem subterrânea no subsolo do edifício. Ele pega o saco ou a caixa (Figura 4.25 e Figura 4.26), caminha com o mesmo junto ao corpo (aproximadamente 50 metros) (Figura 4.27) até a porta do elevador de serviços. Não há um procedimento padrão de pega nem de como o saco ou a caixa deva ser transportado. O saco ou a caixa é depositado no chão (Figura 4.28), o ajudante chama o elevador, abre a porta, pega o saco ou a caixa novamente, entra no elevador e vai até o andar que está sendo solicitado o material, entra no apto do morador do prédio e deposita o material no local onde vai ser utilizado. Este pode estar na varanda do apartamento do morador ou na área externa (Figura 4.29).

#### 4.1.4.2 Aspectos físico-ambientais

As condições físico-ambientais que mais influenciam diretamente no desenvolvimento da atividade do ajudante são a temperatura do local de armazenagem, bastante elevada e a iluminação precária deste local. O peso da carga é outro fator que contribui, no aspecto físico, para o desenvolvimento da atividade do ajudante e os diferentes tipos de embalagem dos produtos manuseados também influenciam na execução da tarefa. Devido a estas condições o ritmo de trabalho pode sofrer diminuição em sua capacidade normal de execução.

#### 4.1.4.3 Aspectos organizacionais

Os aspectos organizacionais que influenciam na atividade do ajudante são:

- Durante a pega, o corpo executa movimentos em posturas constrangedoras;
- No transporte, o peso da carga compromete a coluna do ajudante;

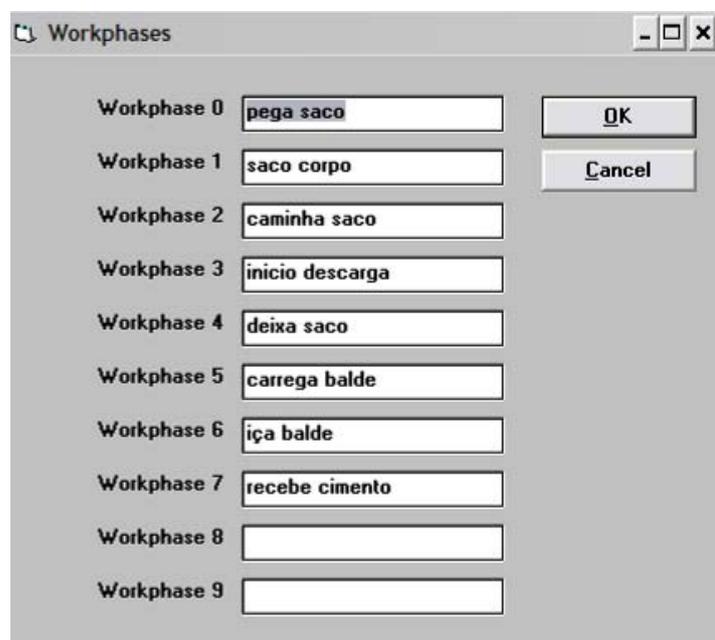
- A atividade é realizada no início da jornada de trabalho e sem nenhuma preparação. Ex: aquecimento, alongamento, etc.;
- Não existe orientação para a melhor forma de transportar cada produto;
- Apesar de ser uma atividade curta (dura aproximadamente 01 hora) é realizada diariamente, ou seja, necessita de um esforço físico constante.

## 4.2. Diagnóstico do estudo de caso através do Método OWAS

Apresenta-se a seguir, os resultados da pesquisa na obra estudada obtidos através do método OWAS e com o auxílio do *software* WinOWAS.

### 4.2.1 Análise das Posturas no Percurso Tipo 01 – Carregamento Manual dos sacos de cimento

Para que o *software* WinOWAS seja utilizado de forma satisfatória, faz-se necessário a divisão do percurso total a ser estudado, em pequenos trechos chamados *Workphase*. Os critérios para a divisão são baseados na interpretação do analista, os constrangimentos ergonômicos mais severos do ponto de vista da saúde do trabalhador. No Percurso Tipo 01, dividiu-se a tarefa total em 08 fases descritas na figura abaixo.



Workphase	Descrição
Workphase 0	pega saco
Workphase 1	saco corpo
Workphase 2	caminha saco
Workphase 3	inicio descarga
Workphase 4	deixa saco
Workphase 5	carrega balde
Workphase 6	iça balde
Workphase 7	recebe cimento
Workphase 8	
Workphase 9	

Figura 4.1 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 01  
Fonte: o Autor (2008)

Cumprida esta etapa, o próximo passo será a análise dos registros fotográficos que representam as posturas em cada fase do trabalho (*Workphase*). Eles representam a seqüência de movimentação do produto partindo da origem (local de armazenamento na garagem do

edifício) até o ponto de consumo na fachada lateral da edificação. Foi considerado sacos de cimento com 25Kg.

- Workphase 0 – Pega Saco

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessário maior que 10 Kg ou menor que 20 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99

Figura 4.2 – Início da Movimentação no local de Armazenagem – Postura OWAS n° 414300  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.2, representa o início do processo da movimentação do material, o ajudante está na garagem do subsolo do edifício onde a obra de recuperação de fachada está sendo realizada.

Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código n° 04 – Inclinada e Torcida. Observa-se que a coluna está inclinada e ligeiramente torcida para a direita. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código n° 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas n° 04 – De pé ou agachados com os joelhos dobrados, as pernas estão agachadas sobre os joelhos para que o pêndulo em relação ao saco de cimento facilite sua pega. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade n° 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 00, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 0*) apenas acrescentando mais um dígito pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 0 - Pega Saco*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura n° 414300.**

- Workphase 1 – Saco Corpo

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 1 – Vai de 00 a 99

Figura 4.3 – Operário com o saco – Postura OWAS n° 414301  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.3, observa-se que o ajudante já se encontra com o saco colado ao corpo. Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código nº 04 – Inclinada e Torcida. Observa-se que a coluna permanece inclinada e torcida para a direita. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 04 – De pé ou agachados com os joelhos dobrados, as pernas estão agachadas sobre os joelhos para que o pêndulo em relação ao saco de cimento facilite sua pega. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 01, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 1*) apenas acrescentando mais um dígito pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 1* – Saco Corpo) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 414301.**

- Workphase 2 – Caminha Saco

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 7 – Andando ou se movendo
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 2 – Vai de 00 a 99

Figura 4.4 – Ajudante carregando o saco – Posturas OWAS nº 117302  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.4, o ajudante está transportando o saco de cimento do local onde estava armazenado para o ponto de consumo/uso. A distância percorrida foi de aproximadamente 100 metros e neste estudo de caso não foi considerado o dispêndio energético deste deslocamento.

Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código nº 01 – Ereta. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 07 – Andando ou se movendo. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 02, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 2*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 2 – Caminha Saco) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 117302**.

- Workphase 3 – Início Descarga

	<b>COSTAS</b> 2 – Inclinada	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 3 – Vai de 00 a 99

Figura 4.5 – Ajudante iniciando o descarregamento do saco – Postura OWAS nº 213303  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.5, o ajudante após o percurso, inicia o processo de descarga junto ao elevador de serviço. Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código nº 02 – Inclinada. Vê-se a coluna levemente inclinada. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 03, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 3) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 3 – Início Descarga) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 213303**.

- Workphase 4 – Deixa Saco

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 5 – De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 4 – Vai de 00 a 99

Figura 4.6 – Ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio – Postura OWAS nº 415304  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.6 o ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio. Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código nº 04 – Inclinação e Torcida. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 05 – De pé ou agachados com um dos joelhos dobrados, esta posição facilita para o operário, livrar-se do saco. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 04, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 4) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 4 – Deixa Saco) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 415304.**

- Workphase 5 – Carrega Balde

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 5 – Vai de 00 a 99

Figura 4.7 – Operário carrega o cimento preparado – Postura OWAS nº 413105

Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.7 mostra o cimento depois de misturado e pronto para consumo, sendo carregado no balde de 10 litros. Com base na Figura 2.6 a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 04 – Inclinação e Torcida. A posição facilita a movimentação do material através da pá. Na Figura 2.7 vê-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso ou agachados com um dos joelhos dobrados, nesta etapa, a carga é menor nas pernas servindo de base para a transferência do cimento para o balde. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 01 – Peso ou Força necessária igual ou menor a 10 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 05. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 5) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 5 – Carrega Balde*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 413105.**

- Workphase 6 – Iça Balde

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 3 – Ambos no nível ou acima dos ombros	<b>PERNAS</b> 2 – De pé com ambas as pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 6 – Vai de 00 a 99

Figura 4.8 – Operário iça cimento para o local de consumo – Postura OWAS nº 132106  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.8, o operário iça manualmente o balde (ver círculo vermelho) carregado com o cimento pronto para consumo através de uma polia e corda. Na Figura 2.6, analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 03 – Ambos no nível ou acima dos ombros. Esta postura ocorre, pois, o operário necessita içar manualmente a carga. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 02 – De pé com ambas as pernas esticadas. Nesta etapa, é necessário ao operário ter uma boa base que facilita o movimento de içar a carga. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 01 – Peso ou Força necessária igual ou menor a 10 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 06. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 6*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 6 – Iça Balde*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 132106.**

- Workphase 7 – Recebe Cimento

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 7 – Vai de 00 a 99

Figura 4.9 – Operário recebe o cimento no local de consumo – Postura OWAS nº 414107  
Fonte: o Autor (2008)



ficando na categoria 01 – Não são necessárias medidas corretivas (ver Tabela 2.2). Nesta mesma categoria enquadra-se a postura 1321 da Figura 4.8 aparecendo 01 (uma) vez (8% do total). Na categoria 02 – São necessárias correções no Futuro (ver tabela 2.2), tem-se a postura 4131 da Figura 4.7 identificada 01 (uma) vez (8% do total). A postura 2133 na Figura 4.5 aparece 02 (duas) vezes (15% do total) e enquadra-se na categoria 03 – São necessárias correções logo que possível (ver Tabela 2.2). Finalizando, tem-se na categoria 04 – São necessárias correções imediatas (ver Tabela 2.2) 03 (três) posturas identificadas: 4143 (Figura 4.3) com 04 (quatro) vezes (31% do total), 4153 (Figura 4.6) com 02 (duas) vezes e 4141 (Figura 4.9) com 01 (uma) vez (8% do total).

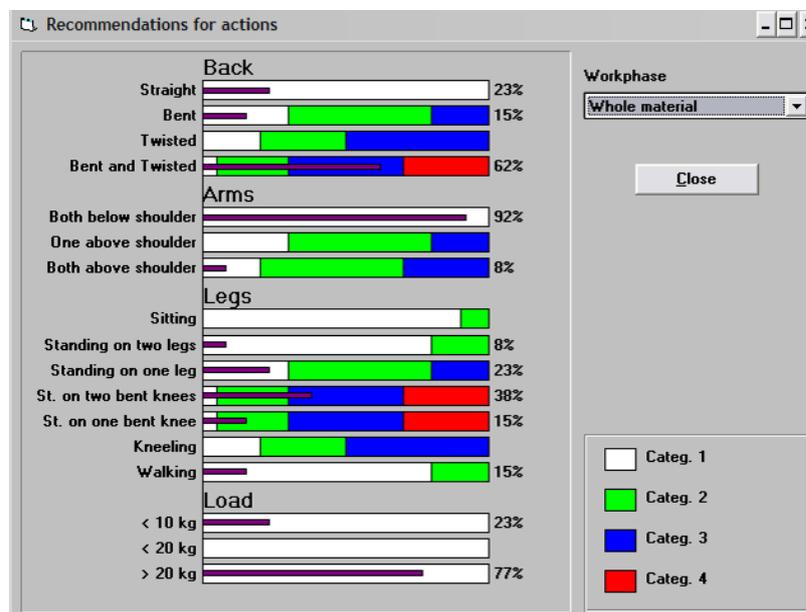


Figura 4.11 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 01  
 Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.11, mostra o quadro de resumo com as recomendações sugeridas pelo software WinOWAS. Observa-se que no percurso tipo 01, para a região das costas (*Back*) a posição “inclinada e torcida” (*Bent and Twisted*) é a mais evidente com 62% de todas as posturas nessa região do corpo onde através da Tabela 2.2 identifica-se a categoria 03 – São necessárias correções logo que possível. Na região das pernas (*Legs*) a posição “de pé/agachado com joelhos curvados” (*St. on two bent knees*) com 38% é a mais presente se enquadrando também na categoria 03 – São necessárias correções logo que possível (ver Tabela 2.2) e a região dos braços a postura “Ambos os braços abaixo dos ombros” (*Both below shoulders*) com 92% das posturas dessa região se enquadra (ver Tabela 2.2) na categoria 01 – Não são necessárias medida corretivas. Atenção especial para a carga durante o percurso (*Load*), pois, 77% de todo movimento é feito com peso maior do que 20Kg.

Os dados apresentados demonstram que o percurso tipo 01 promove constrangimentos posturais, sobretudo na região das costas. Ainda segundo o *software*, a posição inclinada e torcida (*Bent and Twisted*) agride a região lombar comprometendo a qualidade de vida do operário e abreviando seu tempo útil de trabalho. Na região das pernas, a postura “de pé/agachado com joelhos curvados” (*St. on two bent knees*) dificulta a circulação sanguínea nos membros inferiores contribuindo para o surgimento de: varizes, inchaços, dores nas pernas. O peso transportado acima de 20 kg é outro fator contribuinte para problemas relativos à saúde do operário.

#### 4.2.2 Análise das Posturas no Percurso Tipo 02 – Carregamento com o auxílio de equipamento dos sacos de cimento

Para que o *software* WinOWAS seja utilizado de forma satisfatória, faz-se necessário a divisão do percurso total a ser estudado, em pequenos trechos chamados *Workphase*. Os critérios para a divisão são baseados na interpretação do analista, os constrangimentos ergonômicos mais severos do ponto de vista da saúde do trabalhador. No Percurso Tipo 02, a tarefa total foi dividida em 10 fases descritas na figura abaixo. As fases eleitas para o percurso Tipo 02 inseridas no *software* WinOWAS são:



Workphase	Descrição
Workphase 0	pega saco
Workphase 1	caminha carro
Workphase 2	saco elevador
Workphase 3	elevador saco
Workphase 4	pega/saco corpo
Workphase 5	caminha saco
Workphase 6	descarga saco
Workphase 7	carrega balde
Workphase 8	iça balde
Workphase 9	recebe cimento

Figura 4.12 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 02  
Fonte: o Autor (2008)

Cumprida esta etapa, o próximo passo será a análise dos registros fotográficos que representam as posturas em cada fase do trabalho (*Workphase*). Eles representam a seqüência

de movimentação dos sacos de cimento, percurso Tipo 02, com o auxílio de equipamento de transporte – carro de mão. O produto partiu da origem (local de armazenagem na garagem do edifício) até o ponto de consumo na fachada lateral da edificação. Foi considerado sacos de cimento com 25Kg.

- Workphase 0 – Pega Saco

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 5 – De pé ou agachado com um dos joelhos agachados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99

Figura 4.13 – Ajudantes depositam sacos no carro de mão – Postura OWAS n° 415300  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.13, os ajudantes iniciam o processo de manuseio dos sacos de cimento com o auxílio de um carro de mão.

Na Figura 2.6, analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de n° 04 – Inclinação e Torcida. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código n° 01 – Braços abaixo dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas n° 05 – De pé ou agachado com um dos joelhos agachados, uma está esticada e a outra levemente agachada para facilitar a pega do saco de cimento. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade n° 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 00. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 0*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 0 – Pega Saco*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura n° 415300.**

- Workphase 1 – Caminha Carro

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 7 – Andando ou se movendo
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 1 – Vai de 00 a 99

Figura 4.14 – Ajudante conduz os sacos ao elevador de serviços – Postura OWAS n° 117301  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.14, o ajudante transporta os sacos de cimento com a ajuda de um carro de mão. A distância percorrida foi de aproximadamente 100 metros e neste estudo de caso não foi considerado o dispêndio energético deste deslocamento.

Com o auxílio da Figura 2.6 e analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta, posição necessária para se utilizar o carro de mão. Da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 07 – andando ou se movendo. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 01. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 1) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 1 – Caminha Carro) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 117301.**

- Workphase 2 – Saco Elevador

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 2 – Vai de 00 a 99

Figura 4.15 – Ajudantes transportam os sacos do carro de mão para o elevador – Postura OWAS nº 413302  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.15 observam-se os ajudantes retirando manualmente os sacos de cimento do carro de mão para o elevador de serviço.

Com o auxílio da Figura 2.6 a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 04 – Inclinada e Torcida, para facilitar a operação de transferência. Da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Na Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas. Esta posição facilita a alavanca na movimentação dos sacos. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta fase do trabalho nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 02. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 2) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 2 – Saco Elevador*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 413302.**

- Workphase 3 – Elevador Saco

	<b>COSTAS</b> 2 – Inclinada	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 3 – Vai de 00 a 99

Figura 4.16 – Ajudantes retiram os sacos do elevador – Postura OWAS nº 213303  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.16 os ajudantes retiram os sacos do elevador de serviços. Com o auxílio da Figura 2.6, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 02 – Inclinada. Da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Na Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta fase do trabalho nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 02. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 3*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 3 – Elevador Saco*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 213303.**

- Workphase 4 – Pega/Saco Corpo

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 4 – Vai de 00 a 99

Figura 4.17 – Ajudante pega saco depois de retirado do elevador – Postura OWAS nº 414304  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.17 o ajudante pega o saco depois de retirado do elevador de serviço. Com o auxílio da Figura 2.6 a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 04 – Inclinada e Torcida. Da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Na Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 04

– De pé ou agachado com os joelhos dobrados. Esta postura serve de alavanca na pega do produto. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta fase do trabalho nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 04. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 4) acrescido de mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 4 – Pega Saco/Corpo) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 414304.**

- Workphase 5 – Caminha Saco

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 7 – Andando ou se movendo
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 5 – Vai de 00 a 99

Figura 4.18 – Ajudante carregando o saco – Posturas OWAS nº 117305  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.18, o ajudante está transportando o saco de cimento do elevador para o ponto de consumo/uso. A distância percorrida é aproximadamente 20 metros e neste estudo de caso não foi considerado o dispêndio energético deste deslocamento.

Com o auxílio da Figura 2.6 a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta. Da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Na Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 07 – Andando ou se movendo. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta fase do trabalho nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 05. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 5) acrescido de mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Concluindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 5 – Caminha Saco) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 117305.**

- Workphase 6 – Descarga Saco

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 5 – De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 6 – Vai de 00 a 99

Figura 4.19 – Ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio – Postura OWAS nº 415306

Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.19 o ajudante deposita o saco próximo ao local de manuseio. Baseado na Figura 2.6 identifica-se a codificação da postura das costas como sendo código nº 04 – Inclinação e Torcida. Com o auxílio da Figura 2.7 verifica-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 - Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 05 – De pé ou agachados com um dos joelhos dobrados, esta posição facilita para o operário, livrar-se do saco. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 06, para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 6) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 6 – Descarga Saco) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 415306**.

- Workphase 7 – Carrega Balde

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 7 – Vai de 00 a 99

Figura 4.20 – Operário carrega o cimento preparado – Postura OWAS nº 413107

Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.20 mostra o cimento depois de misturado e pronto para consumo, sendo carregado no balde de 10 litros. Com base na Figura 2.6 a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 04 – Inclinação e Torcida. A posição facilita a movimentação do material através da pá. Na Figura 2.7 vê-se a codificação da postura para os braços – código nº 01 -

Braços abaixo dos ombros. Consultado a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso ou agachados com um dos joelhos dobrados, nesta etapa, a carga é menor nas pernas servindo de base para a transferência do cimento para o balde. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 01 – Peso ou Força necessária igual ou menor a 10 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 05. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 7) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 7 – Carrega Balde) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 413107.**

- Workphase 8 – Iça Balde

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 3 – Ambos no nível ou acima dos ombros	<b>PERNAS</b> 2 – De pé com ambas as pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 8 – Vai de 00 a 99

Figura 4.21 – Operário iça cimento para o local de consumo – Postura OWAS nº 132108  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.21, o operário iça manualmente o balde (ver círculo vermelho) carregado com o cimento pronto para consumo através de uma polia e corda. Na Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 03 – Ambos no nível ou acima dos ombros. Esta postura ocorre, pois, o operário necessita içar manualmente a carga. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 02 – De pé com ambas as pernas esticadas. Nesta etapa, é necessário ao operário ter uma boa base que facilita o movimento de içar a carga. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 01 – Peso ou Força necessária igual ou menor a 10 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído aleatoriamente o código 06. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 8) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 8 – Iça Balde) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 132108.**

- Workphase 9 – Recebe Cimento

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclinação e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados
	<b>CARGA</b> 1- Peso ou força necessária igual ou menor a 10 Kg.	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 9 – Vai de 00 a 99

Figura 4.22 – Operário recebe o cimento no local de consumo – Postura OWAS nº 414109  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.22, o operário “recebe” a carga no elevador suspenso do 7º andar do edifício onde a obra de recuperação de fachada é executada.

Na Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 04 – Inclinação e Torcida. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 04 – De pé ou agachado com os joelhos dobrados. O agachamento por parte do operário é acentuado para que mesmo “capture” o balde com o material. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 01 – Peso ou Força necessária igual ou menor a 10 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 09. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 9) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Resumindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 9 – Recebe Cimento) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 414109.**

Um resumo do quadro de posturas e de recomendações segundo o WinOWAS, vê-se abaixo:

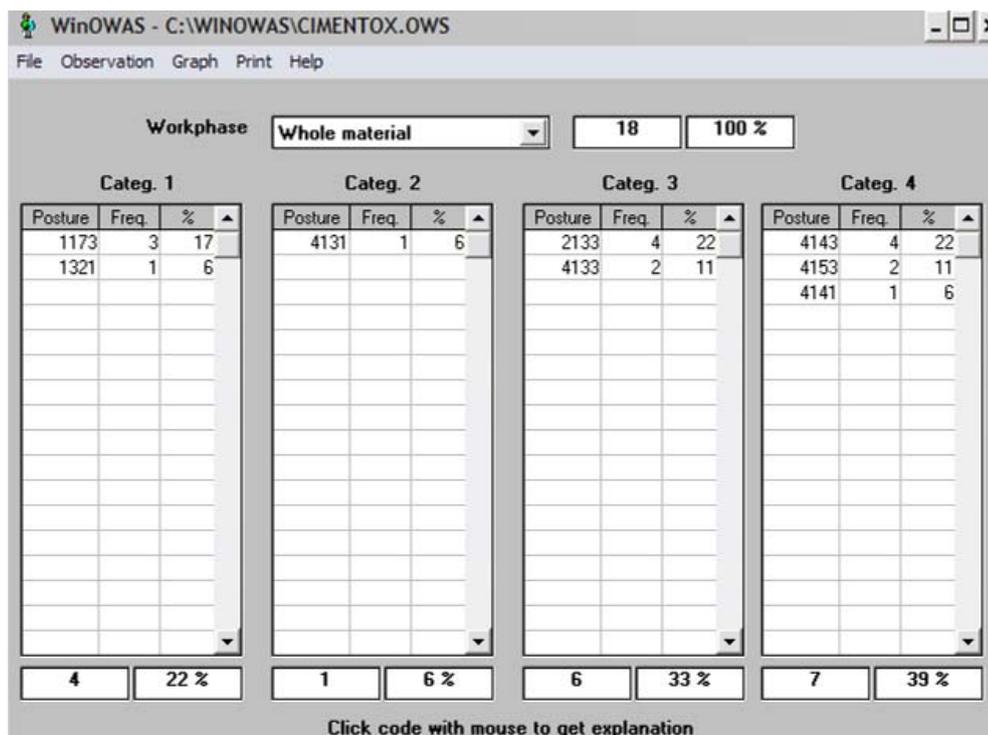


Figura 4.23 – Quadro resumo das posturas para o Percurso Tipo 02  
Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.23 mostra o resumo de todas as posturas executadas ao longo do Percurso Tipo 02. O *software* mostra os códigos compostos por 04 (quatro) algarismos, pois são desconsiderados, como explicados anteriormente, os dois últimos relativos à atividade. No percurso estudado, a postura 1173 (ver Figura 4.18) apareceu 03 (três) vezes (ou 17% do total) ficando na categoria 01 – Não são necessárias medidas corretivas (ver Tabela 2.2). Nesta mesma categoria enquadra-se a postura 1321 (ver Figura 4.21) aparecendo 01 (uma) vez (6% do total). Na categoria 02 – São necessárias correções no Futuro (ver Tabela 2.2), tem-se a postura 4131 (ver Figura 4.20) identificada 01 (uma) vez (6% do total). A postura 2133 (ver Figura 4.16) aparece 04 (quatro) vezes (22% do total) e enquadra-se na categoria 03 – São necessárias correções logo que possível (ver Tabela 2.2). Finalizando, tem-se na categoria 04 – São necessárias correções imediatas (ver Tabela 2.2) 03 (três) posturas identificadas: 4143 (ver Figura 4.17) com 04 (quatro) vezes (22% do total), 4153 (Figura 4.19) com 03 (três) vezes (11% do total) e 4141 (Figura 4.22) com 01 (uma) vez (6% do total).

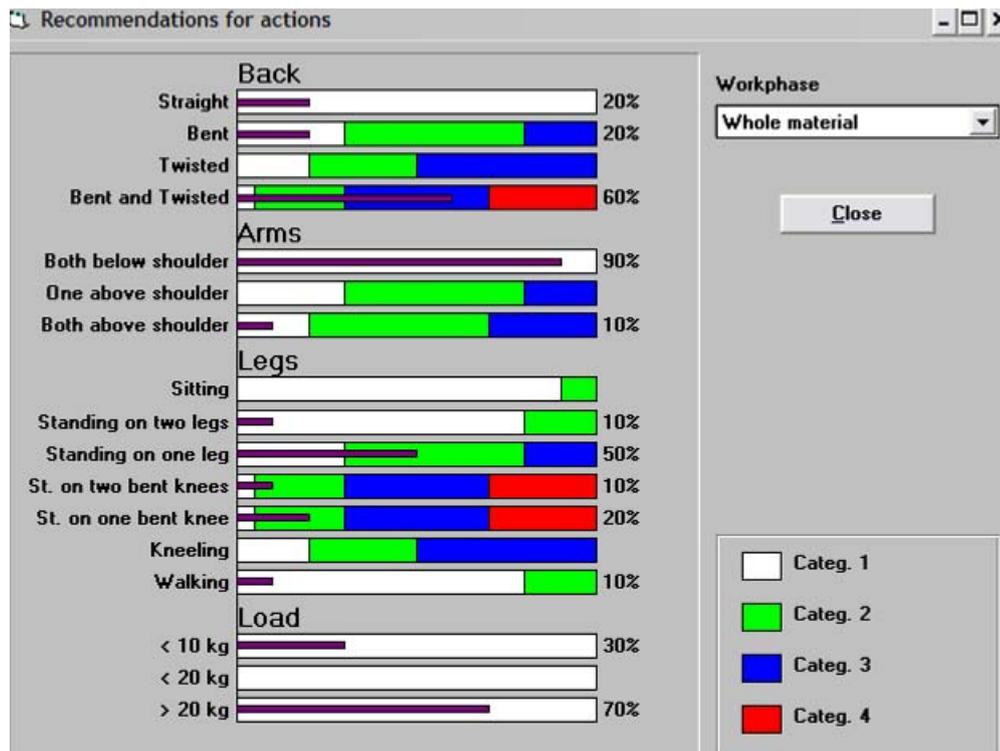


Figura 4.24 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 02  
Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.24, mostra o quadro de resumo com as recomendações sugeridas pelo software WinOWAS. Observa-se que no percurso tipo 02, para a região das costas (*Back*) a posição “inclinada e torcida” (*Bent and Twisted*) é a mais evidente com 60% de todas as posturas nessa região do corpo onde através da Tabela 2.2 identifica-se a categoria 03 – são necessárias correções logo que possível. Na região das pernas (*Legs*) a posição “de pé com o peso de uma das pernas” (*Standing on one leg*) com 50% é a mais presente se enquadrando na categoria 02 – São necessárias correções no futuro (ver Tabela 2.2) e a região dos braços a postura “Ambos os braços abaixo dos ombros” (*Both below shoulders*) com 90% das posturas dessa região se enquadra (ver Tabela 2.2) na categoria 01 – Não são necessárias medida corretivas. Atenção especial para a carga durante o percurso (*Load*), pois, 70% de todo movimento é feito com peso maior do que 20Kg.

Os dados apresentados pelo software demonstram que o percurso tipo 02 promove constrangimentos posturais, sobretudo na região das costas. A posição inclinada e torcida (*Bent and Twisted*) agride a região lombar comprometendo a qualidade de vida do operário e abreviando seu tempo útil de trabalho. Na região das pernas, a postura “de pé com o peso de uma das pernas” (*Standing on one leg*) pode acarretar problemas na postura e dores de coluna. A postura das pernas (*Legs*) caracterizada como “de pé com o peso de uma das pernas” (*Standing on one leg*) pode provocar inchaço dos membros inferiores dificultando a circulação sanguínea, contribuindo para o surgimento de varizes e dores nas pernas. Ainda

segundo o WinOWAS, o peso transportado acima de 20 kg, é outro fator contribuinte para problemas relativos à saúde do operário.

#### 4.2.3 Análise das Posturas no Percurso Tipo 03 – Carregamento Manual de sacos Argamassa/Rejunte e caixa de revestimento cerâmico

Para que o *software* WinOWAS seja utilizado de forma satisfatória, faz-se necessário a divisão do percurso total a ser estudado, em pequenos trechos chamados *Workphase*. Os critérios para a divisão são, baseado na interpretação do analista, os constrangimentos ergonômicos mais severos do ponto de vista da saúde do trabalhador. No Percurso Tipo 03 dividiu-se a tarefa total em 05 fases descritas na Figura abaixo. As fases escolhidas para o percurso Tipo 03 inseridas no *software* WinOWAS são:

Workphase	Descrição
Workphase 0	inicio caixa
Workphase 1	caixa corpo
Workphase 2	caminha caixa
Workphase 3	descarga caixa
Workphase 4	deixa caixa
Workphase 5	
Workphase 6	
Workphase 7	
Workphase 8	
Workphase 9	

Figura 4.25 – Fases do Trabalho para o Percurso Tipo 03  
Fonte: o Autor (2008)

Cumprida esta etapa, o próximo passo será a análise dos registros fotográficos que representam as posturas em cada fase do trabalho (*Workphase*). Eles representam a seqüência de movimentação das caixas de revestimento cerâmico, percurso Tipo 03, no transporte manual. O produto partiu da origem (local de armazenagem na garagem do edifício) até o ponto de consumo na fachada lateral da edificação onde o material será utilizado. Foi considerado caixa de revestimento cerâmico com 25Kg.

- Workphase 0 – Início Caixa

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99

Figura 4.26 – Ajudante inicia a movimentação da caixa – Postura OWAS nº 113300

Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.26, representa o início do processo da movimentação do material, o ajudante está na garagem do subsolo do edifício onde a obra de recuperação de fachada está sendo realizada.

Na Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 01 – Braços abaixo dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas, para que o pêndulo em relação à caixa facilite sua pega. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 00. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 0*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Concluindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 0 – Início Caixa*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 113300.**

- Workphase 1 – Caixa Corpo

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 2 – Um braço no nível ou acima dos ombros	<b>PERNAS</b> 2 – De pé com ambas as pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 1 – Vai de 00 a 99

Figura 4.27 – Ajudante com a caixa – Postura OWAS nº 122301

Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.27, observa-se que o ajudante já se encontra com a caixa colada ao corpo. Pela Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas

encontrada é a de nº 01 – Ereta. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 02 – Um braço no nível ou acima dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 02 – De pé com ambas as pernas esticadas. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 01. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 1) apenas acrescentando mais um dígito, já que o *software* trabalha com dois algarismos.

Concluindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 1 – Caixa Corpo) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 122301.**

- Workphase 2 – Caminha Caixa

	<b>COSTAS</b> 1 – Ereta	<b>BRAÇOS</b> 2 – Um braço no nível ou acima dos ombros	<b>PERNAS</b> 7 – Andando ou se movendo
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 2 – Vai de 00 a 99

Figura 4.28 – Ajudante carregando a caixa – Postura OWAS nº 127302  
Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.28, o ajudante está transportando o saco de cimento do local onde estava armazenado para o ponto de consumo/uso. A distância percorrida foi de aproximadamente 100 metros e neste estudo de caso não foi considerado o dispêndio energético deste deslocamento.

Pela Figura 2.6, analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 01 – Ereta. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 02 – Um braço no nível ou acima dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 07 – Andando ou se movendo. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 02. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase* 2) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Concluindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase* 2 – Caminha Caixa) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 127302.**

- Workphase 3 – Descarga Caixa

	<b>COSTAS</b> 2 – Inclínada	<b>BRAÇOS</b> 2 – Um braço no nível ou acima dos ombros	<b>PERNAS</b> 3 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 3 – Vai de 00 a 99

Figura 4.29 – Ajudante iniciando o descarregamento da caixa – Postura OWAS nº 223303

Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.29, o ajudante após o percurso, inicia o processo de descarga junto ao local de consumo.

Pela Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº 02 – Inclínada. Através da Figura 2.7 identifica-se a codificação da postura para os braços – sendo o código nº 02 – Um braço no nível ou acima dos ombros. Consultando a Figura 2.8 encontra-se para a postura das pernas nº 03 – De pé com o peso em uma das pernas esticadas, servindo de alavanca para a descarga da caixa. A Figura 2.9 mostra o esforço nesta etapa da atividade nº 03 – Peso ou Força necessária excede 20 kg. Nesta etapa da atividade foi atribuído o código 03. Para facilitar o entendimento, utilizou-se o mesmo número da fase de trabalho (*workphase 3*) apenas acrescentando mais um dígito, pois o *software* trabalha com dois algarismos.

Concluindo, o número final para esta fase do trabalho (*workphase 3 – Descarga Caixa*) é a junção de todos os códigos mencionados anteriormente, ficando então: **Postura nº 223303.**

- Workphase 4 – Deixa Caixa

	<b>COSTAS</b> 4 – Inclínada e Torcida	<b>BRAÇOS</b> 1 – Braços abaixo dos ombros	<b>PERNAS</b> 4 – De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
	<b>CARGA</b> 3- Peso ou força necessária excede 20 Kg	<b>ATIVIDADE</b> 0 – Vai de 00 a 99	<b>ATIVIDADE</b> 4 – Vai de 00 a 99

Figura 4.30 – Ajudante deposita a caixa próxima ao local de consumo – Postura OWAS nº 414304

Fonte: o Autor (2008)

Na Figura 4.30 o ajudante deposita a caixa próxima ao local de manuseio. Pela Figura 2.6 analisando o registro fotográfico, a codificação da postura das costas encontrada é a de nº



Figura 4.28) também com 02 (duas) aparições (20% do total) completam esta categoria. A postura 2233 (ver Figura 4.29) aparece 02 (duas) vezes (20% do total) e enquadra-se na categoria 03 – São necessárias correções logo que possível (ver Tabela 2.2). Finalizando, tem-se na categoria 04 – São necessárias correções imediatas (ver Tabela 2.2) 01 (uma) postura encontrada: 4143 (ver Figura 4.30) com 02 (duas) vezes (20% do total).

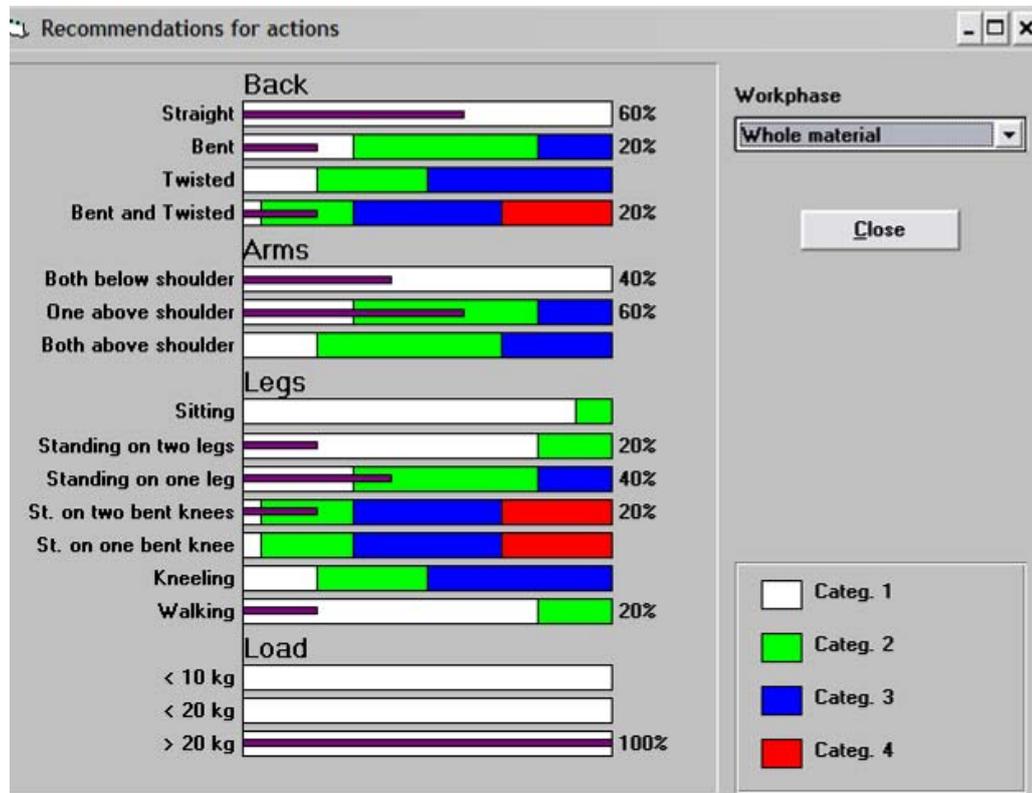


Figura 4.32 – Quadro resumo das recomendações para o Percurso Tipo 03  
Fonte: o Autor (2008)

A Figura 4.32, mostra o quadro de resumo com as recomendações sugeridas pelo software WinOWAS para o percurso Tipo 03. Observa-se neste percurso, para a região das costas (*Back*) a postura ereta é a mais evidente com 60% de todas as posturas nessa região do corpo onde através da Tabela 2.2 identifica-se a categoria 01 – Não são necessárias medidas corretivas. A posição “inclinada e torcida” (*Bent and Twisted*) com 20% se enquadra na categoria 02 – são necessárias correções no futuro (ver Tabela 2.2). Na região dos braços (*Arms*), a posição “um braço no nível ou acima dos ombros” com 60% também se enquadra na categoria 02 – são necessárias correções no futuro, de acordo com a Tabela 2.2. Na região das pernas (*Legs*) a posição “de pé com o peso de uma das pernas” (*Standing on one leg*) com 40% é a mais presente se enquadrando na categoria 02 – São necessárias correções no futuro (ver Tabela 2.2). Ainda na região das pernas a posição “de pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados” (*St. on two bent knees*) com 20% também se enquadra na categoria 02 –

São necessárias correções no futuro (ver Tabela 2.2). A carga (*Load*) para todo o movimento (100%) é feito com peso maior do que 20Kg.

Os dados apresentados demonstram, segundo o *software*, que o percurso tipo 03 é executado na sua plenitude com cargas superiores a 20kg. Esta característica pode promover sérias lesões, sobretudo na região lombar do operário. Na região das pernas a posição mais evidente também colabora para lesões, pois há uma concentração do peso do material transportado em apenas uma das pernas, facilitando o aparecimento de inchaço, varizes e dores musculares. A região dos braços também é afetada pela postura mais executada, pois o trabalhador apóia a carga em um dos ombros, sacrificando-o.

### 4.3. Análise dos Resultados

Como conclusão da análise feita, será sugerida, baseada nos diagnósticos obtidos pelos relatórios do programa WinOWAS, algumas modificações com o objetivo de melhorar as condições de trabalho dos percursos estudados.

As sugestões a seguir servem de simples orientação para elaboração de medidas minimizadoras dos constrangimentos encontrados no estudo:

- Executar um programa de treinamento acerca da forma correta de se transportar manualmente mercadorias pesadas;
- Realizar atividades físicas (alongamentos/exercícios específicos) antes do início da atividade de manuseio dos materiais prevenindo riscos em futuras lesões;
- Estudar uma forma de acondicionar o material a ser manuseado durante a obra o mais próximo possível do local de uso, evitando deslocamento desnecessário, com perda de tempo, material e desgastando a saúde do trabalhador;
- Utilizar dispositivo para o carregamento do balde contribui para a redução do desconforto na etapa da movimentação do produto (cimento) no estado pastoso;
- Substituir a corda e polia por uma manivela para facilitar a operação de içamento da carga (cimento em estado pastoso);
- Instalar de um guia no elevador de carga para o que o material içado não se choque com o a base do elevador. Dessa forma, não seria necessário o agachamento do operário quando vai receber o material via balde (cimento pastoso);
- Utilizar bancada de apoio no local onde o ajudante descarrega o saco/caixa para futuro manuseio, evitando que o operário tenha que se baixar por completo, comprometendo a região lombar;

- Quando a movimentação for executada por dois ajudantes simultaneamente, nota-se um desconforto maior devido a diferença de estatura entre os funcionários que executam a tarefa. Como forma de minimizar tais inconvenientes, pode-se utilizar operários com a mesma estatura;
- Na transferência para o elevador de serviços dos materiais transportados com o auxílio do carro de mão, poderia se utilizar um equipamento de transporte menor (carro de compras de supermercado) com o objetivo de eliminar esta operação de transferência da carga;
- Orientar os ajudantes a identificar produtos avariados, evitando a movimentação desnecessária de produtos que não serão utilizados.

## **5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES**

O presente trabalho teve como contribuição científica o estudo da movimentação de materiais no canteiro sob a ótica da ergonomia, segmento ainda pouco abordado nos estudos da ergonomia aplicada à construção civil. Este estudo de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) possibilitou a obtenção de dados para a identificação e avaliação das diversas condicionantes que afetam do ponto de vista da ergonomia, os percursos executados pelos ajudantes.

Como contribuição para o setor, seria: a conscientização dos trabalhadores da construção civil à posturas constrangedoras assumidas na execução da tarefa, e por oferecer recomendações para melhorias das condições de trabalho.

Conforme já comentado, foram localizados na literatura alguns estudos ergonômicos aplicados a atividades desenvolvidas no âmbito da construção civil, notadamente no levantamento de alvenaria, aplicação de argamassas e assentamento de revestimentos cerâmicos. No entanto, não foram identificados casos específicos de análises da atividade de movimentação de materiais no canteiro de obras, o que motivou esta pesquisa, na medida em que havia uma forte percepção dos inúmeros constrangimentos ergonômicos aos quais são submetidos os trabalhadores do setor.

Mesmo a despeito da inequívoca evolução e modernização pelas quais vem passando o setor da construção de edificações, tanto no segmento da qualidade, quanto no planejamento e controle dos processos produtivos, focando principalmente a racionalização e redução de desperdícios, ainda não são identificadas ações ergonomizadoras.

Já representa senso comum entre os que militam na área de segurança e saúde do trabalho, que a exposição do trabalhador a posturas e cargas inadequadas pode ser determinante para uma vida laboral reduzida e uma velhice pontuada de problemas.

Foi essa visão que direcionou o trabalho a partir da constatação dos diversos e importantes problemas ergonômicos que vêm sendo constatados nas análises conduzidas em outros postos de trabalho de operários da construção.

Na pesquisa aqui descrita, avaliou-se apenas parte das atividades de movimentação de materiais em canteiros de obras de construção civil, no sub-setor edificações, o que constitui uma das limitações deste trabalho, uma vez que muitos outros materiais são movimentados por trabalhadores no decurso de uma obra.

Da análise ergonômica realizada o que se depreende mais fortemente é a urgente necessidade de lançar luzes sobre a questão. A NR-17 que visa estabelecer parâmetros que

permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente atesta em seu item 17.2.2 que não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança. Esta preocupação deve servir de guia para o setor da construção que vem buscando fortemente ganho de produtividade e qualidade em suas obras, abandonando antigas práticas de trabalho pouco eficientes que não combinam com as novas exigências do mercado consumidor.

A movimentação dos materiais no canteiro de obras analisado acontece quase que completamente manual, com exceção da elevação que se dá por meio de cordas e polias, mas que não dispensa a atuação humana.

Na execução deste estudo, foram listados os problemas de ordem ergonômica na movimentação de cargas de uma forma geral e mais especificamente os da indústria da construção. Na obra pesquisada, os problemas encontrados são comuns ao setor onde ainda falta uma atenção a esta atividade tão importante no decorrer de uma obra. As posturas identificadas no trabalho tornam a tarefa de movimentação de materiais algo desgastante comprometendo a saúde dos operários envolvidos.

Foram identificados os modos de movimentação destes produtos na obra, sendo em grande parte, de forma manual, o que, segundo a NR-17 no item 17.2.3. comenta que todo trabalhador designado para o transporte manual regular de cargas, que não as leves, deve receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverá utilizar, com vistas a salvaguardar sua saúde e prevenir acidentes. Nas visitas foi evidenciado o total desconhecimento por parte dos operários da forma correta de se transportar manualmente determinado produto, sendo relegada a experiência e o bom senso de cada ajudante o referido saber.

Através das visitas e entrevistas informais, foram observados e efetuados registros fotográficos da movimentação dos referidos materiais no canteiro da obra estudado, identificando seus constrangimentos ergonômicos e posteriormente, sugeriu-se algumas adaptações com objetivo de minimizar tais inconvenientes. Não foi possível implementá-las ficando como sugestão para um futuro trabalho.

O trabalho apresentado lança luz sobre o uso do método OWAS para análise da movimentação de materiais, esta importante atividade na indústria da construção civil, sendo empregado como ferramenta de análise, o programa de computador WinOWAS, que auxiliou no rápido diagnóstico das posturas analisadas, facilitando bastante nas recomendações a serem tomadas para melhoria das posturas.

### **5.1. Limitações ao estudo e dificuldades encontradas**

Neste estudo a falta de uma literatura mais vasta e aprofundada sobre o tema movimentação de materiais na construção civil foi a maior dificuldade encontrada para a elaboração desta dissertação. O material encontrado tratava o tema de forma bastante teórica, sem relacionar a importância da logística de movimentação de materiais e a construção civil. Outra dificuldade encontrada foi a resistência de algumas empresas consultadas previamente de permitir o registro fotográfico da movimentação dos produtos e dos constrangimentos ergonômicos impostos a ela. Foram inúmeros contatos, reuniões para finalmente ter a possibilidade de realizar esta pesquisa.

Estas dificuldades limitaram o escopo do trabalho que inicialmente previa a avaliação ergonômica da cadeia de suprimento desde o fornecedor, onde seria avaliado o carregamento do caminhão, passando pela descarga no canteiro de obras e armazenamento no local destinado e posteriormente a verificação da movimentação interna.

### **5.2. Recomendações para estudos futuros**

Serão apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Analisar o dispêndio energético na tarefa de movimentação de materiais executada pelos ajudantes;
- Elaborar com base na análise ergonômica do trabalho, manuais de procedimentos para a tarefa de movimentação de materiais com as recomendações posturais para a sua realização, visando certificações de qualidade e o programa PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat);
- Analisar a movimentação dos materiais e os constrangimentos envolvidos nesta atividade, partindo da origem, ou seja, do fabricante do produto, até o ponto de consumo na obra.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABERGO. *Associação Brasileira de Ergonomia*. O que é ergonomia? Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

ALBERS, J.; ESTILL, C.; MacDONALD, L. *Identification of ergonomics interventions used to reduce musculoskeletal loading for building installation tasks*. *Applied Ergonomics*, nº 04, vol. 36, p.427–439, julho, 2005.

ALMEIDA, I. R. *Análise Ergonômica na Atividade de Aplicação do Gesso em Revestimento Interno*. *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Ouro Preto, 2003.

AMORIM, S. R. L. *Tecnologia de Informação, padronização e os canais de distribuição de insumos para a construção civil: uma abordagem de estratégias*. *Seminário de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil*. Rio de Janeiro, 2002.

BARKOKÉBAS JR; B.; VÉRAS, J. C. *Acidentabilidade na Construção Civil: Ergonomia e Segurança do Trabalho na análise dos acidentes de trabalho no Estado de Pernambuco*. *I Jornada de Ergonomia*. Juiz de Fora, 2003.

BARROS, E.de S. *Aplicação da Lean Construction no Setor de edificações: Um Estudo Multicaso*. Recife, 2005. 120p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco)

BOWERSOX, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.

BRAGA, D. B.; TRZESNIAK, P. *Sobre a denominação e a classificação das perdas na construção civil*. Minas Gerais, 2000.

BRASIL. *Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)*. Segurança e saúde do trabalho (SST). Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/sit/sst/default.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

BRAZIL, A. V.; XIMENES A. C.; RADU A. S.; FERNADES A. R.; APPEL C.; MAÇANEIRO C. H.; RIBEIRO C. H.; GOMES C.; MEIRELLES E. S.; PUERTAS E. B.;

LANDIN E.; EGYPTO E. J. P.; APPEL F.; DANTAS F. L. R.; FAÇANHA F. F.; FURTADO G. E.; CARNEIRO G. S.; CECIN H. A.; DEFINO H. L.; CARRETE JR. H.; NATOUR J.; MARQUES NETO J. F.; AMARAL J. C.; PROVENZA J. R.; VASCONCELOS J. T. S.; AMARAL L. L. F.; VIALLE L. R. G.; MASINI M.; TARICCO M. A.; BROTTTO M. W. I.; DANIEL M. M.; SPOSITO M.; MORAIS O. J. S.; BOTELHO R. V.; XAVIER R. M.; RADOMINSKI S. C.; DAHER S.; LIANZA S.; AMARAL S. R.; ANTONIO S. F.; BARROS T. E.; VIANA U.; VIEIRA V. P.; FERREIRA W. H. R.; STUMP X. M. G. *Diagnóstico e Tratamento das Lombalgias e Lombociatalgias*. Revista Brasileira de Reumatologia, v. 44, n. 06, p.419-425.

CBIC. *Câmara Brasileira da Indústria da Construção* Construção: cenários e perspectivas. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/arquivos/balanco2007.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2008.

CMM. *Câmara Municipal da Maia* (Portugal) Movimentação Manual de Cargas - riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores e respectivas medidas de prevenção. Disponível em: <<http://negocios.maiadigital.pt/hst/ergonomia/mmc>>. Acesso em: 05 de junho de 2008.

CARDOSO, F. F. Organização e Gestão da Produção na Construção Civil. Disponível em: <<http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-000252006528142052.pdf>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

CASTRO, E. B. P. *Métodos diretos de análise postural – Método OWAS*. Material didático da disciplina de Ergonomia, UFJF, Juiz de Fora, 2007.

CEZAR, M. R. *A atividade do operador de máquina offset: o caso da imprensa universitária da UFSC*. Florianópolis, 2006. 139p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

CHANG, F. L.; SUN Y. M.; CHUANG, K. H.; HSU, D. J. Work Fatigue and Physiological Symptoms in Different Occupations of High-Elevation Construction Workers. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V1W-4SYKM00-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V1W-4SYKM00-)

1&\_user=10&\_coverDate=07%2F11%2F2008&\_alid=780457159&\_rdoc=5&\_fmt=high&\_orig=search&\_cdi=5685&\_sort=d&\_docanchor=&view=c&\_ct=52&\_acct=C000050221&\_version=1&\_urlVersion=0&\_userid=10&md5=f5a4c21720b4a5d9b8202daf59056c70>. Acesso em 30 de Julho de 2008.

CHIAVENATTO, I. *Introdução a teoria geral da administração*. 3. ed. São Paulo: McGraw - Hill, 1983.

CHINOWSKY, P.; MOLENAAR, K.; REALPH, A. *Learning Organizations in Construction*. *Journal of Management in Engineering*, nº 01, vol. 23, p.27–34, janeiro, 2007.

CIRIELLO, V. M.; SNOOK, S. H. *Survey of Manual Handling Tasks*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, nº 03, vol. 23, p.149–156, março, 1999.

CIRIELLO, V. M.; SNOOK, S. H.; HASHEMI, L.; COTNAM, J. *Distributions of Manual Materials Handling Task Parameters*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, nº 04, vol. 24, p.379–388, agosto, 1999.

COLOMBO, C. R. & BAZZO, W. A. Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

CRUZ, A. L. G. *Método para estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos na construção civil. Uma abordagem logística*. Florianópolis, 2002. 259p. (Doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

DIAS, M. A. P. *Administração de materiais: uma abordagem logística*. São Paulo: Atlas, 1993.

DE CESARE, C. M. *Movimentação e Desperdício de matérias nas Alvenarias Convencionais*. *5<sup>th</sup> International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries*. Florianópolis, 1994.

ERS. *Ergonomics Research Society*. About Ergonomics. Disponível em: <  
<http://www.ergonomics.org.uk/section.php?s=1>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

FABRICIO, M. M. *Globalização e a cadeia produtiva da construção de edifícios*. São Paulo, 2000.

FABRICIO, M. M.; SILVA, F. B.; MELHADO, S. B. *Parcerias e estratégias de produção na construção de edifícios*. São Paulo, 1999.

FERREIRA, E. A. M. Proposta de uma metodologia para o projeto do canteiro de obras. *Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios – Soluções para o Terceiro Milênio*. São Paulo, 1998.

FIALHO, F & SANTOS, N. *Manual de análise ergonômica do trabalho*. 2 ed. Curitiba: Gênese, 1997.

FIEDLER, N. C.; MENEZES, N. S.; AZEVEDO, I. N. C.; SILVA, J. R. M. Avaliação biomecânica dos trabalhadores em marcenarias no Distrito Federal. *Revista Ciência Florestal* v. 13, n. 2, p. 99-109. Santa Maria, 2003.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI F. A. Uma análise logística do fluxo de suprimentos da construção civil. *XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Florianópolis, 2006.

FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; LANTELME, E. M. V.; SOIBELMAN, L. *As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor*. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1999.

FRANCO, E. M. *Gestão do conhecimento na construção civil: uma aplicação dos mapas cognitivos na concepção ergonômica da tarefa de gerenciamento dos canteiros de obras*. Florianópolis, 2001. 252p. (Doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

FREITAS, R. L. S. Administração de Materiais na construção civil habitacional: um problema de logística, de suprimentos ou de engenharia? Disponível em:

<[http://wi.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_sei/bahia\\_analise/analise\\_dados/pdf/logistica/pag\\_275.pdf](http://wi.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes_sei/bahia_analise/analise_dados/pdf/logistica/pag_275.pdf)>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

GAGLIARDI, M. *Adaptação estratégica organizacional na indústria da construção civil: um estudo no distrito federal*. Florianópolis, 2002. 147p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GITAHY JUNIOR, A. L. Aplicação da construção enxuta (Lean Construction) na orientação do arranjo físico em canteiros de obra da construção civil - subsetor edificações. *X Simpósio de Engenharia de Produção*. Bauru, 2003.

GOMES, V. B. & PEREIRA, S. E. M. Organização de Lay-Out de Canteiros de Obras: minimizando a movimentação manual de materiais. *I Encontro Pan-americano de Ergonomia e X Congresso Brasileiro de Ergonomia*. Rio de Janeiro, 2000.

GONÇALVES, A. S. & DEUS, E. P. Intervenção ergonômica no processo produtivo da construção civil – Estudo de Caso. *XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, 2001.

GUIMARÃES, L. B. M.. Análise postural da carga de trabalho nas centrais de armação e carpintaria de um canteiro de obras. *XII Congresso Brasileiro de Ergonomia*. Recife, 2002.

HAGA, H. C. R. *Gestão da rede de suprimentos na construção civil: integração a um sistema de produção*. São Carlos, 2000. 123p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo)

IEA – INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. *Definição Internacional de Ergonomia*. San Diego, EUA, 2000.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. Construction. Disponível em:

<<http://www.oit.org/public/english/dialogue/sector/sectors/constr.htm>> Acesso em: 05 fevereiro de 2007.

- JACÓ, R. M. Armazenagem de materiais em canteiros de obras: uma análise prática. *IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*. Porto Alegre, 2005.
- KIYTIRO, I.; ALBUQUERQUE, A. R.; SACOMANO, J.; TONETTO, I. S. Um estudo de caso de implementação de um sistema de administração de produção na construção civil. *XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, 2001.
- KONINGSVELD, E. A. P.; MOLEN, H. F. V. *Ergonomics in building and construction: Time for implementation*. *Applied Ergonomics*, n. 36, p.387–389. Finland, 2005.
- KRUGER, J. A. *A ergonomia utilizada como ferramenta na educação para o trabalho do carpinteiro na construção de edifícios*. Florianópolis, 2002. 263p. (Doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)
- LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LIMA JR, O. F. Conceitos de Logística e sua Aplicabilidade na Construção Civil. Disponível em: <[http://www.fec.unicamp.br/~lalt/Apresentacao\\_GEL\\_Orlando\\_Fontes.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~lalt/Apresentacao_GEL_Orlando_Fontes.pdf)>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.
- MATURANA, S., ALARCÓN, L. F., GAZMURI, P., VRSALOVIC, M. *On-site Subcontractor Evaluation Method Based on Lean Principles and Partnering Practices*. *Journal of Management in Engineering*, nº 02, vol. 23, p.67–74, abril, 2007.
- MENDES, R. *Patologia do trabalho*. São Paulo. Ateneu, 1995.
- MENEZES, G. S.; SERRA, S. M. B. Análise das áreas de vivência em canteiros de obra. *III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção* São Carlos, 2003.
- MERINO, E. A. D. *Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador*. Florianópolis, 1996. 133p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (Brasil). Anuário Estatístico RAIS. Disponível em: <<http://anuariorais.datamec.com.br/index1.asp?pag=emprego>> Acesso em 05 de fevereiro de 2007.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (Brasil). Anuário dos Trabalhadores 2007. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/anu/anuario2007.pdf>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2007.

NASCIMENTO, V. M.; CRUZ, A. L. G. & ABREU, A. F. *O Sistema de comunicação e a Gestão dos fluxos logísticos na construção civil: Estudo Aplicado ao Gerenciamento de Processo Empresariais*. Florianópolis, 2000.

NETO, F. F. & JÚNIOR, M. K. Logística Empresarial. Disponível em: <<http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/empresarial/4.pdf>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2007.

OLIVEIRA, O. J. *Influências do Projeto de Produção e do projeto de canteiro no sistema logístico da construção de edifícios*. São Paulo, 2001.

PADULA, R. S.; COURRY, H. J. C. G. Identificação de Padrões de Movimento da Coluna Vertebral durante tarefa simulada de manuseio de carga. *I Encontro Pan-Americano de Ergonomia, X Congresso Brasileiro de Ergonomia*. Rio de Janeiro, 2000.

PAQUET, V.; PUNNETT, L.; BUCHHOLZ, B. *An Evaluation of Manual Materials Handling in Highway Construction Work*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, nº 04, vol. 24, p.431–444, agosto, 1999.

PERES, C. P. A. *Estudos das Sobrecargas Posturais em Fisioterapeutas: Uma abordagem Biomecânica Ocupacional*. Florianópolis, 2002. 103p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

PICCHI, F. A. *Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. São Paulo, 1993. 492p. (Doutorado - Programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade de São Paulo)

- POLAT, G.; ARDITI, D.; MUNGEN, U. *Simulation-Based Decision Support System for Economical Supply Chain Management of Rebar*. Journal of Construction Engineering and Management, nº 01, vol. 133, p.29–39, janeiro, 2007.
- PONTES, L. A. C. *Análise do Impacto do Planejamento de Curto Prazo nos Princípios da Construção Enxuta: Um Estudo de Caso*. Recife, 2004. 121p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco)
- RIBAS, L. C. & JÚNIOR, A. N. C. Ganhos no potencial produtivo através da substituição de argamassa de revestimento rodada em obra por industrializada em sacos. *XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu , 2007.
- RIBEIRO, P. K. P. *Gerenciamento do ciclo de aquisição de materiais na produção de edifícios*. São Carlos, 2006. 112p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade de São Paulo)
- RIBEIRO, S. B.; SOUTO, M. S. M. L.; JUNIOR, I. C. A. Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesso em um canteiro de obras na cidade de João Pessoa/PB através do Software WinOWAS. *Revista Gestão Industrial*. Ponta Grossa, 2005.
- ROSA, D. P.; FERREIRA, D. B.; BACHION, M. M. - Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho: situação na construção civil em Goiânia. *Revista Eletrônica de Enfermagem (on-line)*, Goiânia, v.2, n.1, jan./jun. 2000. Disponível: <<http://www.fen.ufg.br/revista>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.
- RUGELES, J. E. P. *Gestão da qualidade, segurança e saúde ocupacional em canteiros de obras (Estudo de caso de movimentação de materiais em edificações residenciais)*. Niterói, 2001. 155p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense)
- SAAD, V. L.; XAVIER, A. A. P.; MICHALOWSKI, A. O. Avaliação do risco ergonômico do trabalhador da construção civil durante a tarefa do levantamento de paredes. *XIII Simpósio de Engenharia de Produção*. Bauru, 2006.

- SAKKA, Z. I., SAMEH, M. E. *Float Consumption Impact on Cost and Schedule in the Construction Industry*. Journal of Construction Engineering and Management, nº 02, vol. 133, p.124–130, fevereiro, 2007.
- SALES, A. L. F.; GONDIM, I. A.; BARROS NETO, J. P. A gestão dos fluxos físicos nos canteiro de obras focando a melhoria nos processos construtivos. *I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de tecnologia do Ambiente Construído*. São Paulo, 2004.
- SANTOS, A. *Método Alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: Um estudo de Caso*. Porto Alegre, 1995. 109p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- SANTOS, A. F. *Análise das condições de trabalho de operadores de caixas de supermercados da cidade de Umuarama-PR*. Florianópolis, 2002. 98p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)
- SANTOS, A.; AMARAL, F.; CAVALCANTE, M. A.; GUS, M.; BERNARDES, M. M. S. & AVELLAN, T. *Análise ergonômica do processo de execução da alvenaria. III Encontro Nacional de conforto no ambiente construído*. Gramado, 1995.
- SANTOS, C. M. D. *A Ergonomia, Qualidade e Segurança do Trabalho: Estratégia Competitiva para Produtividade da Empresa*. São Paulo, 2005.
- SAURIN, T. A. *Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações*. Porto Alegre, 1997. 145p. (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- SILVA, C. R. C. *Constrangimentos Posturais em Ergonomia: Uma análise da atividade do endodontista a partir de dois métodos de avaliação*. Florianópolis, 2001. 117p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

SILVA, F. B. *Conceitos e Diretrizes para Gestão da Logística no Processo de Produção de edifícios*. São Paulo, 2000. 189p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade de São Paulo)

SILVA, M. F. A. & LAPOLLI, E. M.. *Aplicação do Gerenciamento de Processos na Construção Civil. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, 2001.

SILVA, W. G. *Análise ergonômica do Posto de trabalho do Armador de ferro da construção civil*. Florianópolis, 2001. 133p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina)

SINDEX. *Sindicato do Comércio de Exportação e Importação do Estado do Espírito Santo Glossário Logístico*. Disponível em: < <http://www.pinho.com.br/dicionario/L.htm>> Acesso em: 20 de fevereiro de 2007.

SOUZA, L. A. F.; NETO, G. A. & NASCIMENTO, L. *Análise de Canteiro de Obras no campus da Universidade Estadual de Maringá: Visão Crítica. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, 2001.

TANAKA, O. Y. & MELO, C. *Avaliação de Programas de saúde do Adolescente – um modo de fazer*. Disponível em:

<<http://www.adolesc.br/bvs/adolesc/P/textocompleto/adolescente/capitulo/cap03.htm>> Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

TUJI JUNIOR, A.; BASTOS, L. C. *Análise da Gestão do Fluxo de Materiais no ambiente de produção da indústria da construção civil: Um estudo de caso aplicado ao processo estrutural. IV Congresso Brasileiro Gestão e Desenvolvimento de Produtos*. Gramado, 2003.

VÉRAS, J. C. *Fatores de risco de acidentes do trabalho na indústria da construção civil: análise na fase de estruturas*. Recife, 2004. 110p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco)

VIANA, J. J. *Administração de Materiais: um enfoque prático*. São Paulo: Atlas, 2002.

- VICENTINI, E. R. N. Lesões por esforços Repetitivos x Construção Civil. Disponível em: <<http://www.dornascostas.com.br/publicacoes.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.
- VIDAL, M. C. V. Introdução à Ergonomia. Disponível em: <<http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf>> Acesso em: 20 de fevereiro de 2007.
- VIEIRA, H. F. *Logística aplicada a construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras*. São Paulo: Pini, 2006.
- VIEIRA, H. F. Operador Logístico no sistema Construtivo. Disponível em: <<http://www.interobras.com.br/artigos/logistica/index.html>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.
- VILLAROUCO, V. M. *Fundamentos da Ergonomia*. Material didático da disciplina de Ergonomia PPGEP, UFPE, Recife, PE, 2007.
- WANDERLEY, R. L. *Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras: Estudo multicaso em construtoras de grande e médio porte na Região Metropolitana do Recife*. Recife, 2005. 106p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco)
- YIN, N. M. & GAMA J. L. C. N. Uma Contribuição ao estudo da Logística no subsetor de edificações: estudos de caso em canteiros de obra de Vitória-ES. *III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*. São Carlos, 2003.
- ZEGARRA, S. F. V. *Diretrizes para a elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios*. São Paulo, 2000. 189p. (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Civil da Universidade de São Paulo)

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)