

**FACULDADE DOCTUM  
CRISLAINE FERREIRA GOMES**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Juiz de Fora  
2019

**CRISLAINE FERREIRA GOMES**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

Monografia de Conclusão de Curso,  
apresentada ao curso de Engenharia  
Civil, Faculdade Doctum de Juiz de Fora,  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Liércio Feital Motta  
Júnior

Juiz de Fora  
2019

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF**

Gomes, Crislaine Ferreira Gomes  
Análise ergonômica do trabalho na construção  
civil / Crislaine Ferreira Gomes –  
Juiz de Fora, MG 2019.  
58 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) –  
Faculdade Doctum Juiz de Fora

1. Ergonomia. 2. Construção civil  
I. Análise ergonômica do trabalho na construção civil.  
II Faculdade Doctum Juiz de Fora

**CRISLAINE FERREIRA GOMES**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia de Conclusão de Curso, submetida à Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada pela seguinte banca examinadora.

---

Prof. MSc. Liércio Feital Motta Júnior  
Orientador e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Angelo Casali de Moraes  
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

---

Prof. Especialista Marcelo Tadeu Domith  
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: 09/ Julho/2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por ter me dado forças nas horas mais difíceis, saúde e conforto espiritual durante toda a minha vida acadêmica, por ser minha fonte de inspiração e refúgio, por ter mostrado o caminho que devo seguir e por me iluminar e estar comigo durante toda caminhada.

Agradeço aos meus pais, José Maria e Odalea, pelo apoio incondicional, incentivo, compreensão, paciência e amor, por acreditarem nos meus sonhos e no meu conhecimento e por terem se dedicado a mim durante toda a minha vida, ensinando-me, educando-me, dando-me exemplo de honestidade, simplicidade e humildade.

Agradeço também ao Professor Marcelo Tadeu Domith, por toda a assessoria e disponibilidade para podermos visitar a obra de reforma no Hospital de Juiz de Fora e ao meu orientador, Liércio Feital Motta Júnior, por toda ajuda e suporte. De uma forma especial, ao Professor Dr. Angelo Casali de Moraes, que sempre esteve ao meu lado, ajudando-me em tudo que podia para eu alcançar esta conquista. Muito obrigada por tudo!

Agradeço à Faculdade Doctum e a todo o seu corpo docente, direção e administração, por terem me preparado e me conduzido à janela pela qual, hoje, posso vislumbrar um horizonte de oportunidades.

## RESUMO

GOMES, CRISLAINE FERREIRA. **Análise ergonômica do trabalho na construção civil**. 58 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

A ergonomia pode ser entendida como o modo pelo qual o homem se relaciona com o meio físico e com os métodos utilizados para a execução do trabalho nesse ambiente. É necessário que o local de trabalho se adapte ao homem e não o contrário. No Brasil, a ergonomia ainda é pouco utilizada nos canteiros de obra, o que pode levar a diversas doenças ocupacionais, sintomas de problemas músculo-esqueléticos e lesões por esforço repetitivo (LER) a longo prazo. Com intuito de mostrar o quanto as posturas inadequadas são prejudiciais à saúde e qual o risco de adquirir lesões, o presente estudo mostrou, através da utilização do software 3DSSPP (*3D Static Strength Prediction Program*), as posturas adotadas pelos colaboradores em uma reforma realizada em um hospital na cidade de Juiz de Fora, MG e a capacidade biomecânica de realizar força em relação às demandas físicas do ambiente de trabalho. A partir dos dados coletados neste estudo de caso, conclui-se que algumas posturas adotadas no canteiro de obras são prejudiciais à saúde do colaborador e outras aparentemente não demonstraram isso. Conforme apontam os resultados do trabalho, os trabalhadores, dependendo da função exercida, podem ter problemas de lesões devido à má postura e à repetição da atividade laborativa. Porém, mesmo com uma carga de trabalho intensa, os resultados foram satisfatórios, pois, mediante as análises, cerca de 90% das posições adotadas pelos trabalhadores não estão sendo prejudiciais à saúde.

**Palavras-chave:** Ergonomia. Construção civil. Análise biomecânica.

## LISTA DE QUADROS e TABELAS

Quadro 1 - Relação do peso dos materiais obtidos na obra.....	13
Tabela 1 - Estimativas populacionais das medianas de altura e peso de crianças, adolescentes e adultos, por sexo, situação do domicílio e idade - Brasil e Grandes Regiões.....	14
Tabela 2 - Risco de lesão para as principais articulações (1) .....	32
Tabela 3 - Risco de lesão para as principais articulações (2).....	35
Tabela 4 - Risco de lesão para as principais articulações (3).....	38
Tabela 5 - Risco de lesão para as principais articulações (4).....	41
Tabela 6 - Risco de lesão para as principais articulações (5).....	43
Tabela 7 - Risco de lesão para as principais articulações (6).....	46
Tabela 8 - Risco de lesão para as principais articulações (7).....	49
Tabela 9 - Risco de lesão para as principais articulações (8).....	52

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Acidentes segundo as funções da construção civil.....	18
Gráfico 2 - Lesões na construção civil.....	19
Figura 1 - Movimentos dentro da reforma hospitalar.....	21
Figura 1.1 - Movimentos dentro da reforma hospitalar.....	21
Figura 1.2 - Movimentos dentro da reforma hospitalar.....	22
Figura 1.3 - Movimentos dentro da reforma hospitalar.....	22
Figura 2 – Janela do software 3DSSP com os resultados da análise da postura	27
Figura 3 - Janela do software 3DSSP com os resultados da análise da postura e forças envolvidas na atividade de derrubada.....	28
Figura 4 – Representação da atividade de levantamento de carga - trabalhador erguendo uma caixa contendo cimento.....	31
Figura 5 – Riscos de lesões (1).....	31
Figura 6 – Representação da atividade de levantamento de carga do chão Trabalhador erguendo uma caixa contendo cimento.....	33
Figura 7 – Riscos de lesões (2).....	34
Figura 8 – Representação da atividade de emboço de parede.....	36
Figura 9 – Riscos de lesões (3).....	37
Figura 10 – Representação da atividade de carregamento de peso sobre os ombros.....	39
Figura 11 – Riscos de lesões (4).....	40
Figura 12 – Representação da atividade de levantamento de caixa de piso.....	42
Figura 13 – Riscos de lesões (5).....	42
Figura 14 – Representação da atividade de levantamento de caixa de piso sobre os ombros.....	44
Figura 15 – Riscos de lesões (6).....	45
Figura 16 – Representação da atividade de erguer saco de cimento pela corda..	47
Figura 17 – Riscos de lesões (7).....	48
Figura 18 – Representação da atividade do levantamento de um saco de argamassa.....	50
Figura 19 – Riscos de lesões (8).....	51

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Ergonomia.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Ergonomia na construção civil .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3. Doenças devido à falta de ergonomia .....</b>	<b>18</b>
<b>4.4. Levantamento, transporte e descarga individual de materiais .....</b>	<b>20</b>
<b>4.5. Qualidade de vida no ambiente de trabalho .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. NR17 .....</b>	<b>24</b>
<b>4.7. Análise ergonômica do trabalho.....</b>	<b>25</b>
<b>4.8. Biomecânica .....</b>	<b>26</b>
<b>4.9. Software 3DSSPP .....</b>	<b>26</b>
<b>5 ANÁLISE E RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) define a ergonomia como a ciência tecnológica que procura o acordo entre o homem e o trabalho, buscando a eficiência humana e o bem-estar do funcionário. Hay (1978) descreve a Biomecânica como a ciência que estuda as forças internas e externas do corpo humano e as decorrências produzidas por essas forças.

Nos dias atuais, a maior parte do tempo é ocupada pelo trabalho ou execução de alguma função. Conforme Freitas e Minette (2014), diante das mudanças no cenário empresarial e do aumento da globalização, as empresas têm buscado melhorias nas condições do ambiente de trabalho. Assim, a ideia de melhoria está se tornando de grande importância no estabelecimento de seus objetivos e prazos de demandas, criando um local de trabalho mais prazeroso e saudável para seus colaboradores, além de aumentar a produtividade.

A indústria da construção civil requer funções que exigem demandas físicas dos trabalhadores, além de exigir posturas que podem comprometer a integridade física daqueles que executam as atividades. Segundo Medeiros (2013), as causas mais comuns que contribuem para esse cenário são: baixo histórico escolar, pouco treinamento para a realização das diversas funções, baixa remuneração e alto risco em certas atividades e no uso de determinadas ferramentas.

A partir das condições descritas acima, faz-se necessária uma pesquisa mais aprofundada sobre a ergonomia, visando adequar o ambiente de trabalho e a postura do colaborador, promovendo sua segurança, assim como sua saúde física e mental. Estudos do ambiente de trabalho utilizando a ergonomia são necessários para que não ocorram perda de produtividade, gastos com afastamentos de funcionários lesionados, prejuízo com indenizações pagas ao trabalhador pelos danos físicos sofridos, funcionários com restrições de tarefas em consequência de acidentes, lesões e doenças como a Lesão por Esforço Repetitivo (LER) ou Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT).

Quando se trata da construção civil, é importante informar o trabalhador dos perigos ocultos nas atividades que eles realizam todos os dias no ambiente de trabalho, não apenas para manter a sua segurança e saúde, mas também para garantir uma maior eficiência desse funcionário e prevenir perdas monetárias com eventuais lesões e afastamentos.

Nesse contexto, a ergonomia é extremamente necessária para auxiliar e prevenir os riscos em atividades exercidas por trabalhadores na indústria da construção civil, proporcionando-lhes melhorias na execução de cada função, estimando os riscos de lesões, mantendo sua integridade física e mental. Assim, este estudo teve como apoio a Portaria nº 3214/78, Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia, que estabelece parâmetros que permitem análise da adaptação das condições de trabalho.

A fim de conhecer os riscos de lesões em cada articulação do corpo do trabalhador, conforme a função e o posto de trabalho e, assim, verificar as possíveis melhorias para a execução do trabalho de forma mais segura, visando sempre ao bem-estar do trabalhador e à melhoria da produtividade, foi feita análise biomecânica, utilizando-se o *software* 3DSSPP (*Static Strength Prediction Program*), de Michigan, a respeito do qual se tratará mais à frente.

## **1.1 Objetivos**

Visando proporcionar melhorias na execução do trabalho, o objetivo deste estudo foi a realização de uma análise ergonômica do trabalho de colaboradores durante a reforma de uma edificação, para identificar os pontos críticos de cada função desempenhada pelos trabalhadores, através da utilização do *software* 3DSSPP Modelo Biomecânico Tridimensional de Posturas e Forças Estáticas da Universidade de Michigan, Estados Unidos. Buscando analisar as posturas adotadas pelos colaboradores e a capacidade biomecânica de realizar força em relação às demandas físicas do ambiente de trabalho.

## 2 JUSTIFICATIVA

O trabalho na indústria da construção civil requer movimentos repetitivos, exposições a vibração, transporte e manuseio de cargas pesadas, o que pode gerar esforço físico, dificultando a adoção de uma postura correta para a execução de cada função, causando, assim, a estimulação de doenças ocupacionais.

Segundo pesquisa realizada por Goldshevder *et. al* (2002), 82% dos trabalhadores da construção civil relatam pelo menos um sintoma de problemas músculo-esqueléticos, 65% destes tiveram dor lombar, em consequência das dores, 12% dos funcionários faltaram ao trabalho e 18% buscaram tratamento médico.

Schneider (2004) aponta que trabalhadores da construção civil possuem risco de ferimento músculo-esquelético 50% maior que os outros trabalhadores que exercem outra função.

Devido à baixa escolaridade dos colaboradores, alinhada a não exigência de mão de obra especializada e oferta abundante de emprego, em que, caso o funcionário não corresponda à produção, pode ser substituído rapidamente, leva-se o trabalhador a executar funções pesadas e mais rapidamente, ignorando as medidas de segurança estabelecidas.

Assim, a ergonomia busca desenvolver pesquisas a fim de evitar lesões ou doenças em funções do trabalho, no presente caso, naquele realizado no canteiro de obra. Portanto, este trabalho tem como objetivo identificar os pontos críticos de funções exercidas pelo trabalhador da construção civil, através da análise ergonômica e biomecânica.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho, que se constituiu como uma pesquisa qualitativa, procedeu ao estudo de caso de uma reforma de um hospital localizado no município de Juiz de Fora (MG). O local passava por uma renovação de quartos, leitos e central de atendimento. O estudo foi realizado da seguinte maneira: inicialmente, foi realizada uma visita ao hospital, na qual se entrevistaram os trabalhadores sobre queixa de dor devido à atividade laborativa. Na sequência, foi realizada uma seção de fotos dos funcionários exercendo suas funções, observando-se suas posturas. Logo após, foi pesado todo material carregado pelos trabalhadores para analisar as fotos retiradas anteriormente, utilizando-se o *software* 3DSSPP, para gerar os diagnósticos.

Foram analisadas as situações referentes às atividades de carregamento e levantamento de materiais utilizados na obra, conforme o peso obtido após a aferição em uma balança, indicado no quadro 1.

Quadro 1 - Relação do peso dos materiais obtidos na obra

<b>Relação dos Materiais</b>	
<b>Materiais</b>	<b>Peso dos materiais</b>
Pia de mármore + cuba	7,700 kg
Bacia de Massa	4,222 kg
Tijolo tipo lajota 06 furos	2,350 Kg (cada)
Caixa de piso porcelanato 50 x 50	25,480 kg
Lata com entulho	9,630 kg
Vaso Sanitário	15,100 kg
Pacote de Argamassa	25 kg

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A avaliação biomecânica foi realizada através da análise tridimensional das posturas adotadas pelos trabalhadores na execução de suas atividades e as forças aplicadas nas articulações (pulsos, cotovelos, ombros, tronco, quadril, joelho e tornozelo). Para medição dos ângulos dos diversos segmentos corpóreos, foram fotografadas as posturas mais representativas, considerando a pouca variedade de posturas adotadas pelos trabalhadores e pela repetição ao longo da jornada de

trabalho. O peso erguido pelos trabalhadores foi mensurado através de uma balança.

Os dados foram analisados através do programa computacional 3DSSPP, Modelo Biomecânico Tridimensional de Posturas e Forças Estáticas da Universidade de Michigan, Estados Unidos. O *software* realiza, por meio de modelagem em 3D, classificações quanto ao limite máximo admissível nas articulações e a carga exercida nos discos localizados entre as vértebras lombar 5 e sacral 1(L5-S1) da coluna vertebral e nas vértebras lombares L4 e L5 (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2006).

A análise do *software* gera uma carga limite recomendada, a qual corresponde ao peso que 99% dos homens conseguem manusear. Para gerar os resultados, foram adotados a mediana da altura, 174,5 centímetros e a mediana do peso, 74,4 quilogramas de um homem que habita a região sudeste do Brasil, conforme o censo do IBGE do ano de 2008, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Estimativas populacionais das medianas de altura e peso de crianças, adolescentes e adultos, por sexo, situação do domicílio e idade - Brasil e Grandes Regiões

Variável - Mediana de altura (Centímetros)				Variável - Mediana de peso (Quilogramas)			
Ano – 2008				Ano – 2008			
Sexo – Masculino				Sexo – Masculino			
Brasil e Grande Região	Idade	Situação do domicílio		Brasil e Grande Região	Idade	Situação do domicílio	
		Total	Urbana			Total	Urbana
Sudeste	Menos de 1 ano	66.7	66.9	Sudeste	Menos de 1 ano	8.3	8.3
	25 a 29 anos	174.4	<b>174.5</b>		25 a 29 anos	74.3	<b>74.4</b>
Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamentos Familiares							

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Ergonomia

A palavra ergonomia deriva do grego *ergon* [trabalho] e *nomos* [normas, regras, leis]. Trata-se de uma disciplina que aborda a sistêmica de todos os aspectos da atividade humana. Portanto, é a relação entre o homem e o trabalho, isto é, o modo com que o homem convive com o ambiente físico e os métodos utilizados para controlar as atividades de trabalho nesse ambiente (LIDA, 2003). Sendo assim, a ergonomia pesquisa as características físicas, psicofisiológicas, cognitivas, organizacionais e sociais no trabalho (CHEREM E MAGAJEWSKI, 2003).

A ergonomia, segundo Cartaxo (1997), tende a buscar a diminuição de doenças relacionadas ao trabalho, os danos musculares devido à fadiga, as situações em que o trabalhador possa estar exposto ao risco de acidentes devido à sua postura.

Os profissionais dessa área trabalham para contribuir com o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2006).

É importante ressaltar que é mais fácil modificar o ambiente de trabalho para que ele se adapte ao homem do que o inverso, pois o projeto do trabalho se adequa à capacidade e à limitação humana (LIDA, 2003).

De acordo com Carvalho e Ferreira (1998), a ergonomia teve sua origem na Segunda Guerra Mundial, em que, dadas as circunstâncias desfavoráveis das atividades realizadas, os instrumentos bélicos tiveram que ser adaptados aos seus operadores.

Conforme Jan e Weerdmester (1998), a ergonomia, após a guerra, ocorreu com a junção de esforços entre a ciência humana, ciência biológica e a tecnologia, para, assim, resolver o problema causado pelos equipamentos militares da época. Essa união foi tão proveitosa que foi reutilizada pela indústria depois da guerra. Dessa forma, surgiu diretamente a ergonomia, "filha da guerra" (TEIGER, 1993).

Segundo Abrahão *et al* (2009), no Brasil, a ergonomia teve surgimento na Universidade de São Paulo (USP), nos anos 1960, pelo Professor Sérgio Penna khel, que, junto com seus alunos, criou a tese Ergonomia de Manejo. Assim, na

seção a seguir, trata-se da questão da ergonomia na construção civil, que se constitui objeto deste trabalho.

## 4.2 Ergonomia na construção civil

Segundo Saad (2008), a ligação da ergonomia com a construção civil, em nível nacional, no Brasil, em relação a outros países, é pouco realizada. Esse fato pode estar correlacionado com as dificuldades de adaptação ergonômica em postos de trabalho não fixos em nosso país. Como, na construção civil, a evolução da obra muda diariamente, a implantação da ergonomia fica prejudicada.

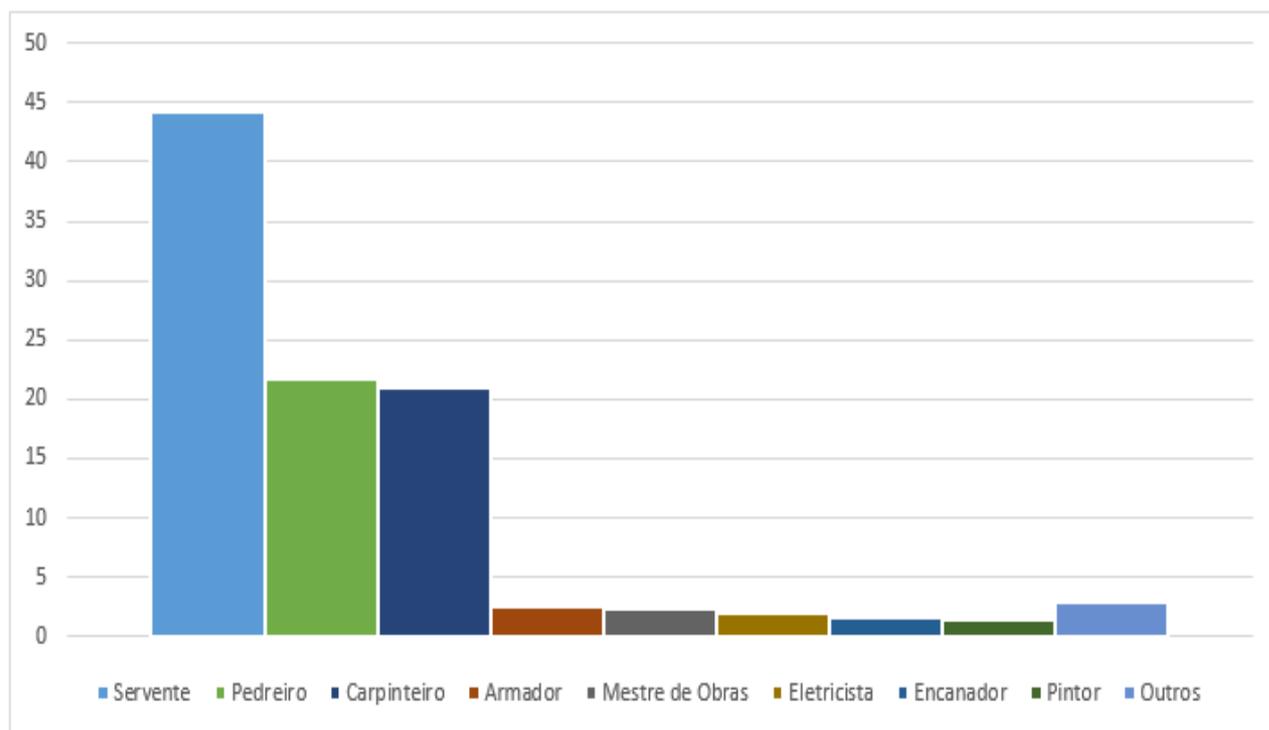
A Classificação Brasileira de Ocupação (CBO), elaborada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, dividiu a indústria da construção em diversas áreas e funções, quais sejam: ajudante de obras (serventes), armador, carpinteiro, eletricista, encanador, engenheiro civil, gesseiro, impermeabilizador, mestre de obras, operador de betoneira, operador de máquinas, pedreiro e pintor. Para cada função, a CBO definiu as atividades exercidas pelos funcionários dentro do canteiro de obra, sendo elas:

- Ajudante de obras: Almeida (2014) diz que sua principal tarefa é apoiar demais profissionais na execução do trabalho no canteiro de obra.
- Armador: Elaboração de armaduras para estruturas, cortes e dobramentos de ferragens, montagem de blocos, lajes vigas e pilares. Mansilla (2010) divide as tarefas dessa profissão em cortes, dobras, montagens e transporte de ferragens.
- Carpinteiro: tem a função de montar formas de madeira ou metálicas, construção de andaimes, telhados, forrar e escorar lajes, pontes e viadutos, desmonte de formas, armazenagem e separação de madeiras.
- Eletricista: dentro da indústria da construção civil, tem a função de fazer a instalação de equipamentos elétricos, fiação, tubulação elétrica e equipamentos auxiliares em obra de residências e estabelecimentos em geral.
- Encanador: realiza as instalações de tubulações, inspecionar os materiais utilizados para as instalações, realização de testes de pressão e estanqueidade, manutenção de equipamentos antes, durante e depois de sua instalação.

- Engenheiro civil: tem a função de realizar projetos específicos, gestão e planejamento de toda a edificação, fiscalizar a execução dos projetos para que tudo saia conforme demonstrado em plantas, criar cronogramas e cobrar a qualidade da execução e o uso de equipamentos.
- Gesseiro: tem a função de fazer o acambamento da obra como forros, rebaixamentos, moldagem e colocação de placas de gesso, texturas ou ornamentar paredes, dentre outras.
- Impermeabilizador: tem a função de isolar e proteger a edificação contra a passagem de líquidos e vapores, fazendo com que a edificação tenha mais durabilidade e não haja vazamentos.
- Mestre de obras: Supervisionar as equipes de trabalho, elaborar documentação, controlar o manuseio de equipamentos e material, verificar a qualidade do serviço, fornecer orientações sobre como deve ser realizado o serviço, zelar pela segurança no canteiro de obra, interpretar os projetos de execução e seguir o cronograma estabelecido pela obra .
- Operador de betoneira: tem a função de operar a betoneira determinando a sua giração e acrescentando os materiais para a criação de concreto.
- Operador de máquinas: tem a função de operar o equipamento ajudando a execução do projeto na construção civil. Os equipamentos mais utilizados são as retroescavadeiras, elevadores betoneira, compressores.
- Pedreiro: cabe-lhe construir a edificação projetada, como estrutura de alvenaria e concreto armado, realizando também o acampamento da obra.
- Pintor: realiza as pinturas internas e externas da construção, revestimentos de tetos e paredes, entre outras.

Estudo realizado por Costella, Cremonini e Guimarães (2009) no Rio Grande do Sul, sobre o total dos acidentes dentro da construção civil, aponta as funções que mais sofreram lesões, o que é demonstrado no gráfico a seguir:

Gráfico 1 - Acidentes segundo as funções da construção civil



Fonte: Adaptado de Costella, Cremonini e Guimarães (2008, p. 5)

Como fora mencionado, o servente exerce uma multiplicidade de funções no canteiro de obras, daí a maior probabilidade de sofrer acidentes, conforme mostra o gráfico acima.

### 4.3. Doenças devido à falta de ergonomia

A indústria da construção civil exerce atividades duras de seus colaboradores, podendo, assim, exigir grande esforço braçal e repetitivo, afetando músculos, ligamentos e articulações. Assim, a condução de uma mápostura prolongada por muito tempo pode causar lesões que podem acarretar a deterioração dessas estruturas (SILVA, FILHO E SILVA, 2009)

A falta de cuidado com a ergonomia, dentro de algumas empresas, pode causar diversos danos à saúde. As doenças mais comuns em trabalhadores da construção civil são as Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT), que estão relacionadas à má postura, à elevação de peso, à não utilização de equipamentos de segurança ou mesmo equipamentos com defeitos e aos

movimentos repetitivos e esforço extremo de articulações do corpo humano (SAKATA E ISSY, 2003). Outra doença muito comum sofrida pelo trabalho é a lombalgia que, atualmente, é a que mais afasta funcionários de suas atividades (MICHEL, 2008).

Segundo Junior (2005), para poder realizar uma avaliação se a função exercida pelo trabalhador pode chegar ao ponto de causar alguma lesão, deve-se considerar o tempo de duração e a frequência com que os fatores acontecem na obra e a intensidade da realização desse trabalho.

Em estudo realizado por Silva, Filho e Silva (2009), as principais doenças que têm sido relatadas e diagnosticadas em funcionários da construção civil ativos são as: lombalgia, doença degenerativa da coluna lombar, síndrome do impacto, artrose de joelho, entre outras citadas no gráfico abaixo:

Gráfico 2 – Lesões na construção civil



Fonte: Adaptado de Diesel, Fleig e Godoy (2001, p. 5)

O gráfico acima é resultado de um estudo realizado em Santa Maria no Rio Grande do Sul pelo Diesel, Fleig e Godoy (2001) que demonstra as lesões sofridas por funcionários de obra de grande porte.

Segundo Granjean (1998), essas doenças podem levar a limitações motoras, provocando invalidez prematura. Devido a todas essas doenças citadas acima, a ergonomia busca amenizar os impactos causados por elas, fornecendo seu diagnóstico e as possíveis melhorias.

#### **4.4. Levantamento, transporte e descarga individual de materiais**

Conforme o artigo 198 da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) e a NR17 relatam sobre o levantamento de peso. A NR17 tem o objetivo de adequar o ambiente de trabalho e as condições favorecidas aos trabalhadores. O item 12.2.2. prescreve 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”.

A equação de NIOSH demonstrada abaixo:

$$\text{LPR} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM}$$

As incógnitas são:

LPR = Limite de Peso Recomendado;

LC = Constante de Carga;

HM = Fator de Distância Horizontal;

VM = Fator de Altura;

DM = Fator de Deslocamento Vertical;

AM = Fator de Assimetria

FM = Fator de Frequência;

CM = Fator de Pega

A equação nos permite identificar o risco de lesões como lombalgia devido à carga física a que o trabalhador está submetido, recomendando o peso adequado para cada tarefa. a equação também avalia as possibilidades de trabalhadores se aposentar em virtude de lesões na coluna e no sistema músculo-ligamentar.

Conforme estudo realizado por diversas instituições, as condições para o levantamento de peso ideal são de 40 kg para homens, 23 kg para mulheres. Para

jovens de 14 a 17 anos, as cargas devem ser inferiores a 23kg designados para adultos.

O transporte de carga manual é caracterizado quando apenas um trabalhador carrega o peso integralmente. Isso acontece frequentemente na construção, conforme figura abaixo:

Figura 1 - Movimentos dentro da reforma hospitalar



Fonte: Arquivo da autora (2018).

Figura 1.1 - Movimentos dentro da reforma hospitalar



Fonte: Arquivo da autora (2018).

Figura 1.2 - Movimentos dentro da reforma hospitalar



Fonte: Arquivo da autora (2018).

Figura 1.3 - Movimentos dentro da reforma hospitalar



Fonte: Arquivo da autora (2018).

Essas imagens retratam o dia a dia dos trabalhadores dentro do canteiro de obra. Como o levantamento de peso se constitui como algo contínuo dentro do trabalho, para evitar possíveis comprometimentos à saúde dos funcionários, a empresa pode criar maneiras para facilitar a execução da tarefa ou até mesmo oferecer um treinamento sobre como exercer essa atividade.

Seguindo todos os critérios e informações apresentadas acima, a empresa não perderá seu rendimento produtivo e financeiro devido a afastamentos de

funcionários e os trabalhadores poderão exercer sua atividade de forma correta, evitando lesões ou doenças futuras.

#### **4.5. Qualidade de vida no ambiente de trabalho**

O conceito de qualidade de vida inclui fatores como a saúde do trabalhador, o bem-estar físico e emocional, a presença da família, amigos, relacionamentos íntimos e outras circunstâncias sofridas durante o seu cotidiano. Para a Organização Mundial da Saúde (1998), qualidade de vida seria a reflexão feita pelos indivíduos se suas necessidades e escolhas estão sendo satisfatórias ou não.

De acordo com Rodrigues *apud* Silva (1994), a qualidade de vida no ambiente de trabalho sempre foi preocupação do homem. Essa análise tem sido realizada por diferentes nomes durante a história, buscando o mesmo objetivo: o bem-estar do trabalhador.

Segundo Conte (2012), a origem do estudo de qualidade de vida começou em 1950, com um estudo sociotécnico, mas só na década de 1960 esse tema começou a se constituir uma preocupação por parte de líderes de diversas áreas.

Antigamente, a única preocupação empresarial era a prevenção de acidentes e de doenças adquiridas devido à atividade exercida. A partir dos anos 1980, as instituições perceberam que, adotando a política de qualidade de vida no ambiente de trabalho, os colaboradores produziam melhor e com maior qualidade, pois estavam satisfeitos profissional, mental e pessoalmente (LACAZ, 2000).

Conforme Teixeira *et al* (2009), as organizações têm papel fundamental na saúde do trabalhador, não apenas na divisão de trabalho, mas nos ritmos estabelecidos pelas empresas e no percentual de produção. Nesse sentido, quando o colaborador não consegue atingir as metas estabelecidas, entra em conflito com a organização, causando sofrimento patogênico.

Carmello (2009) destaca que, no ambiente de trabalho, ocorrem inúmeras mudanças. Os processos seletivos e a chegada de novas tecnologias na empresa podem causar danos à saúde do trabalhador, como ansiedade e estresse. Isso porque, cada dia mais, as tecnologias estão suprimindo a necessidade de mão de obra, fazendo com que as empresas demandem mão de obra cada vez mais especializada. Além disso, segundo estudo realizado, 18% dos problemas enfrentados pelos trabalhadores são o assédio e a violência dentro do ambiente de trabalho.

Assim, instaura-se a necessidade de se instituírem normas a fim de proteger as condições de trabalho. É o que será tratado na seção subsequente.

#### **4.6. NR17**

A Portaria SIT nº 013, de 21 de junho de 2007, Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia, tem o objetivo de apresentar parâmetros que possibilitam mudanças de condições de trabalho e em suas características físicas, proporcionando um conforto na execução das atividades. A ergonomia busca proporcionar a adaptação do homem ao trabalho, considerando sempre o ambiente de trabalho e todos os parâmetros que colaboram para o bem-estar do trabalhador.

De acordo com a referida norma, para conhecer como a organização trabalha, é preciso seguir alguns parâmetros como: o modo de operação estabelecido pela empresa, a exigência de tempo para a finalização de funções e o ritmo de trabalho. Para analisar todas essas informações, é preciso observar, de forma bem atenta, e, principalmente, conversar com diversos funcionários e líderes para saber todos os pontos de vista.

Levando em consideração a Portaria SIT nº 013, de 21 de junho de 2007, a Norma Regulamentadora NR 18 nos permite estabelecer parâmetros para a prevenção de acidentes dos profissionais que exercem funções na construção civil, como Técnicos de Segurança do Trabalho e Engenheiros de Segurança.

Nesse contexto, o planejamento e a limpeza do ambiente de trabalho são de grande importância na prevenção de acidentes, pois um canteiro de obra muito desorganizado é mais propício a causá-los. É importante destacar que o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT) é obrigatório em construtoras que possuam 20 ou mais funcionários

De acordo com Ribeiro, Souto e Junior (2005), um fator que gera muitos acidentes em construção é a superconfiança. Muitos profissionais, por exercerem sua função por muito tempo, acabam não utilizando os equipamentos e não seguindo os treinamentos, o que pode levar a acidentes graves dentro do canteiro de obra.

Isso posto, é importante ressaltar que toda empresa que investir em novos treinamentos profissionais capacitados tem a tendência de diminuir os riscos de

acidente, proporcionando, assim, um menor prejuízo com afastamentos e proporcionando o bem-estar dos seus colaboradores.

#### **4.7. Análise ergonômica do trabalho**

A Análise Ergonômica do Trabalho – AET, segundo o Prof. Dr. Mario S. Ferreira e o Prof. Dr. Carlos Antônio Ramires Righi (2009, s/p.), “é uma intervenção, no ambiente de trabalho, para estudo dos desdobramentos e consequências físicas e psicofisiológicas, decorrentes da atividade humana no meio produtivo”, buscando sempre compreender a situação da atividade de trabalho exercida, dando sugestões, alterações e recomendações para mudanças no processo de execução e postos de trabalho. A AET procura empreender uma aproximação geral com os problemas relacionados com a organização do trabalho e seus reflexos em prováveis ocorrências de lesões.

Conforme os autores citados acima, a AET concentra-se no levantamento dos meios e do modo de produção, buscando avaliar as situações críticas no trabalho. Tal levantamento inclui entrevistas com funcionários e com toda a parte gestora da organização. Com os trabalhadores, devem-se buscar informações sobre como cada função está sendo realizada, a força necessária para a sua execução e o volume de produção estabelecido. Já com a parte gestora da organização, buscam-se informações sobre o modo de produção estabelecido e os meios disponíveis para a execução das tarefas. Isso deve ser efetuado sempre procurando estratégias para as ações e para a intervenção ergonômica, produzindo indicações e soluções adaptáveis para o cenário vivenciado pela empresa e seus funcionários.

Assim, a análise ergonômica de uma determinada situação, existente ou planejada, é realizada com o método AET. Esse método busca entender a situação de uma forma geral (análise da demanda) das condições escritas, físicas e organizacionais da execução das tarefas, e de como é realmente executado o processo de trabalho pelos operadores. Dessa forma, analisando-se todas as deficiências e contradições, é montado um diagnóstico definindo todas as correções necessárias.

#### **4.8. Biomecânica**

O livro “Ergonomia Projeto e Produção” (2006) descreve a biomecânica como a parte que se preocupa com os movimentos e força corporais para a realização da função. Dessa forma, busca o estudo dos impactos osteomusculares, sempre se preocupando com o bem-estar físico e mental do trabalhador.

Conforme Lida (2005), a parte da biomecânica que se preocupa com os movimentos corporais e forças realizadas para a execução de uma determinada função é chamada Biomecânica Ocupacional. Sendo assim, busca reduzir os riscos de distúrbios músculo-esqueléticos, sempre se preocupando com a interação física entre máquina e trabalhador e analisando, sobretudo, posturas e suas consequências, bem como aplicações de força exercida pelos seus colaboradores.

Nos dias atuais, existem muitas empresas com postos de trabalhos inadequados, provocando, assim, muitas lesões. Essa realidade algumas vezes poderia ser resolvida de forma simples, como, por exemplo, com um levantamento da mesa para a altura dos seus trabalhadores, cadeiras com os seus devidos encostos perfeitos, entre outras.

A fim de minimizar as lesões provocadas pelo trabalho na construção civil, o a Faculdade de Engenharia da Universidade de Michigan desenvolveu um *software*, com o intuito de ajudar especialistas, engenheiros e doutores na pesquisa sobre os impactos do excesso de peso e da má postura. A próxima seção trata dessa questão.

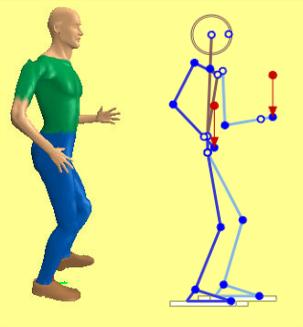
#### **4.9. Software 3DSSPP**

O programa faz uma simulação aproximada de como o trabalhador está realizando sua atividade, incluindo os parâmetros de postura e força aproximada. O resultado sai em porcentagem, descrevendo a força de compressão da coluna, permitindo, ainda, que o usuário lance dados de forma manual. A análise final sai em ilustrações gráficas humanas e tridimensionais

Além disso, o *software* 3DSSPP ajuda na prevenção de lesões físicas, podendo contribuir na análise de projetos de ambientes de trabalho, antes mesmo de sua construção. Como o programa é realizado no espaço tridimensional, pode chegar a resultados mais aproximados.

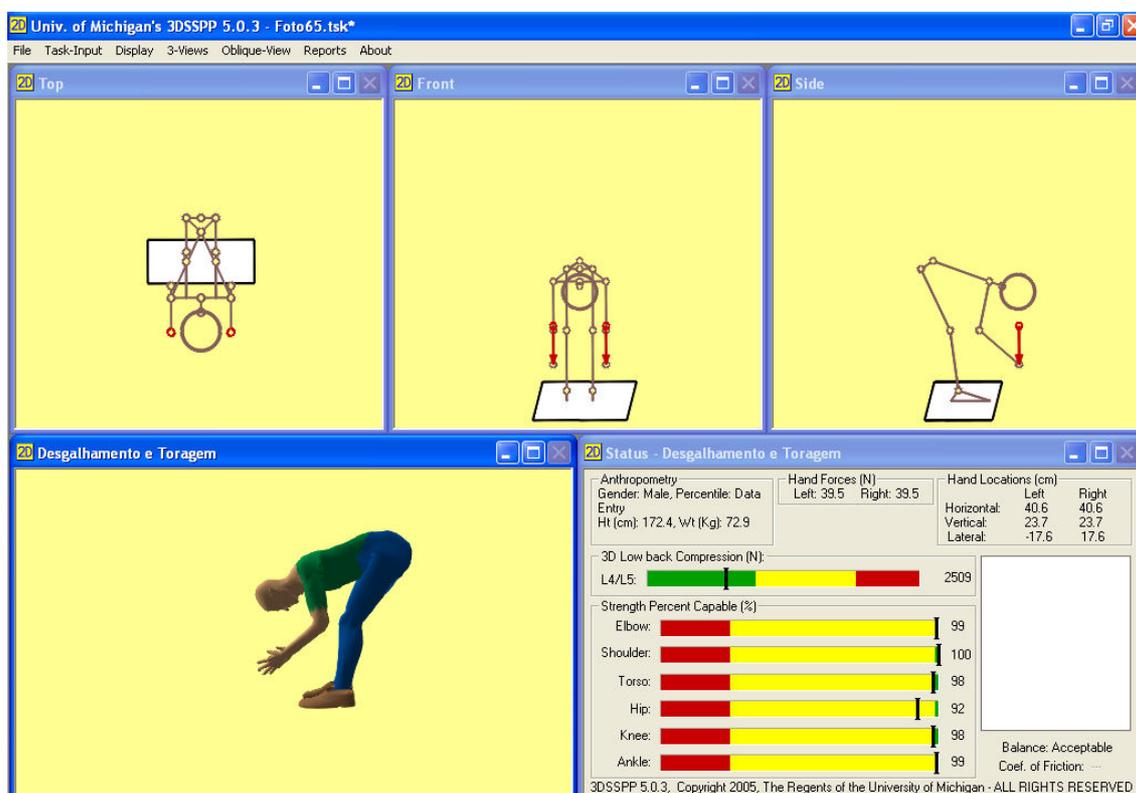
É importante destacar que, para um melhor resultado, seria preciso avaliar a atividade em processo. O *software*, porém, analisa posturas estática, conforme demonstrado na figura ilustrada abaixo:

Figura 2 – Janela do software 3DSSPP com os resultados da análise da postura

Risco de lesão para as principais articulações	
	
Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>1%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>1%</b>
<b>Dorso</b>	<b>1%</b>
<b>Coxofemural</b>	<b>3%</b>
<b>Joelho</b>	<b>4%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>1%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub></b>	<b>525</b>

Fonte Imagem ilustrativa da análise biomecânica da atividade. Disponível em: <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>

Figura 3 - Janela do software 3DSSPP com os resultados da análise da postura e forças envolvidas na atividade de derrubada



Fonte Imagem ilustrativa da análise biomecânica da atividade disponível em: <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>

O *software* 3DSSPP prevê os requisitos de forças estáticas, fornecendo, assim, uma simulação aproximada de postura, força exercida na execução da função e antropometria masculina/feminina. O resultado das análises incluem porcentagem de homens e mulheres, apontando a força necessária para a execução da função estabelecida. O usuário também pode analisar torções e curvas do tronco e fazer entradas complexas de força manual. A análise é auxiliada por um recurso de geração de postura automática e ilustrações gráficas humanas tridimensionais

Essa ferramenta pode ser de grande importância no auxílio de avaliações das demandas físicas de um trabalho prescrito. Além disso, o 3DSSPP pode ajudar o analista a avaliar projetos e redesenho de locais de trabalho propostos antes da construção ou reconstrução real do local de trabalho ou atividade.

O programa é aplicável a movimentos de trabalhadores no espaço tridimensional. O 3DSSPP é mais útil na análise dos movimentos “lentos” usados em tarefas de manuseio de materiais pesados, uma vez que os cálculos biomecânicos assumem que os efeitos de aceleração e momento são insignificantes. Essas tarefas podem ser melhor avaliadas dividindo a atividade em uma sequência de posturas estáticas e analisando cada postura individualmente.

A seção subsequente apresenta a análise e os resultados dos dados colhidos durante a pesquisa de campo.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

Os postos de trabalhos analisados foram referentes a serviços em que havia o transporte e o carregamento manual de cargas, nos quais existe a possibilidade de adquirir lesões devido ao esforço físico e ao exercício repetitivo de carregamento de peso. Com a aplicação do software 3DSSPP, foi possível indicar as atividades mais críticas da reforma, conforme mostram os resultados.

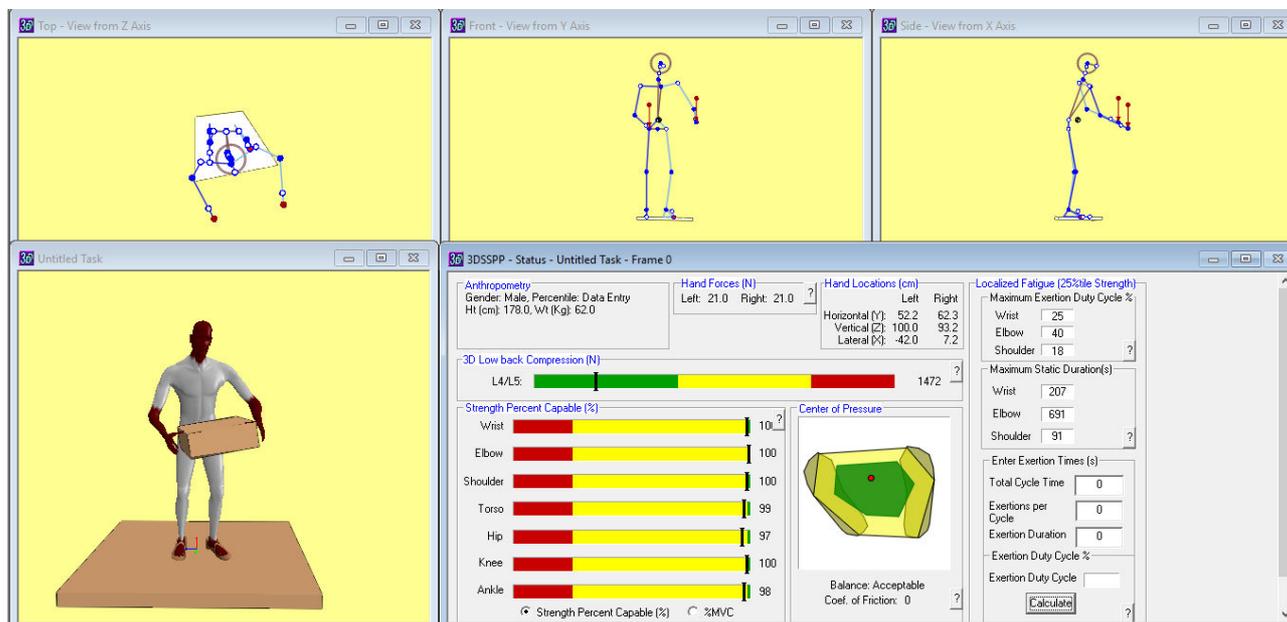
A Portaria SIT nº 013 de 21 de junho de 2007, Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia, não estabelece um valor para a carga que deve ser suportada por um trabalhador. A NR 17 afirma que o transporte deve ser suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a disposição da carga.

Diante da ausência de um valor estabelecido pela legislação brasileira, adotou-se como a força máxima de compressão 3400N, baseado na equação de NIOSH (WATERS *et al*, 1993), que o utiliza como limite durante a manipulação da carga *Spinal Compression Tolerance Limits* (SCTL).

- **Análise 1 – Atividade de levantamento de carga**

Os resultados das análises das posturas adotadas pelos trabalhadores da reforma do hospital foram realizados através do Modelo Biomecânico de Michigan, os quais indicaram a força de compressão na região lombar da coluna vertebral, precisamente no disco localizado entre as vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região. As análises, também, indicaram, para cada articulação do corpo, a percentagem de pessoas capazes de exercer o manuseio da carga com a força requerida sem causar danos às articulações do corpo.

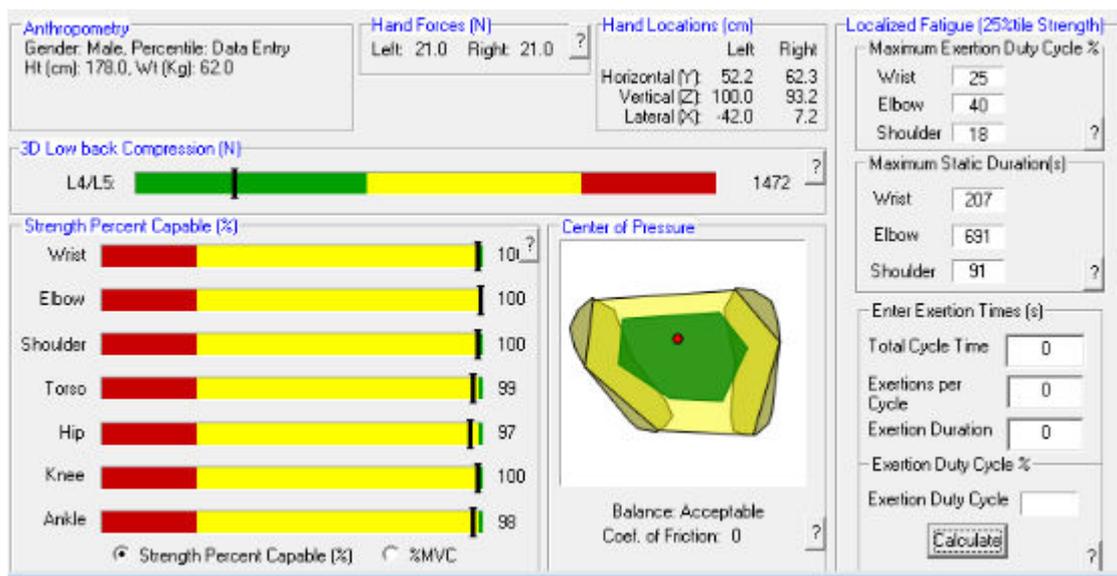
Figura 4 – Representação da atividade de levantamento de carga - trabalhador erguendo uma caixa contendo cimento.



Fonte: Elaborado pela autora usando o *software* 3DSSPP

A figura 5 demonstra, de forma mais clara, a tabela em porcentagem dada pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 5 – Riscos de lesões (1)



Fonte: Elaborado pela autora usando o *software* 3DSSPP

As atividades analisadas referem-se ao manuseio e transporte de cargas. A figura 5 indica um trabalhador erguendo um caixa com cimento, cujo peso era de 21 Newtons (N) em cada uma das mãos. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 1472 N, conforme demonstrado na tabela 2.

Para melhor entendimento, a tabela 2 demonstra em porcentagem o risco real de lesões que o colaborador está sujeito a sofrer

Tabela 2 -Risco de lesão para as principais articulações (1)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>0%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>0%</b>
<b>Dorso</b>	<b>1%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>3%</b>
<b>Joelho</b>	<b>0%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>2%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	<b>1472</b>

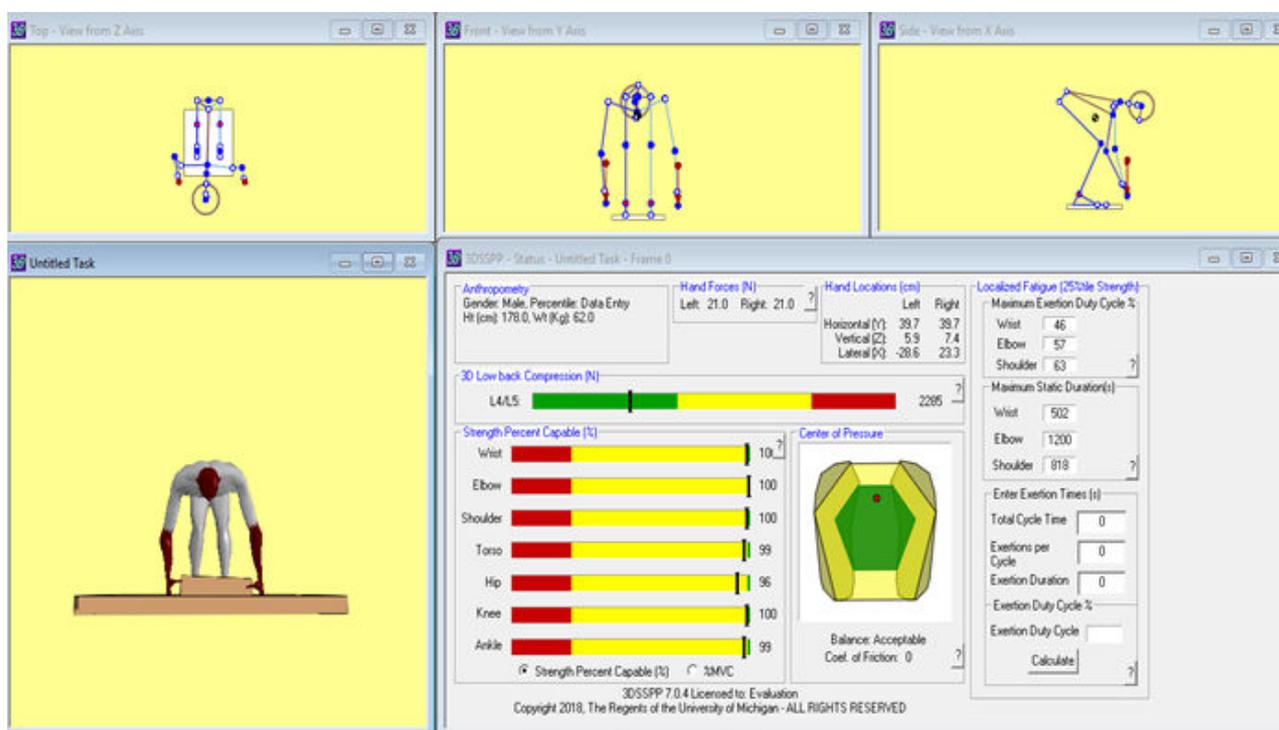
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

O valor de 1472 (N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco L4/L5, que é de 3400 (N). Isso indica que o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é pequeno, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho.

- **Análise 2 – Atividades de levantamento de carga do chão**

O resultado da segunda análise de postura adotada pelo trabalhador demonstra também que existe uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região, conforme demonstra a figura 6.

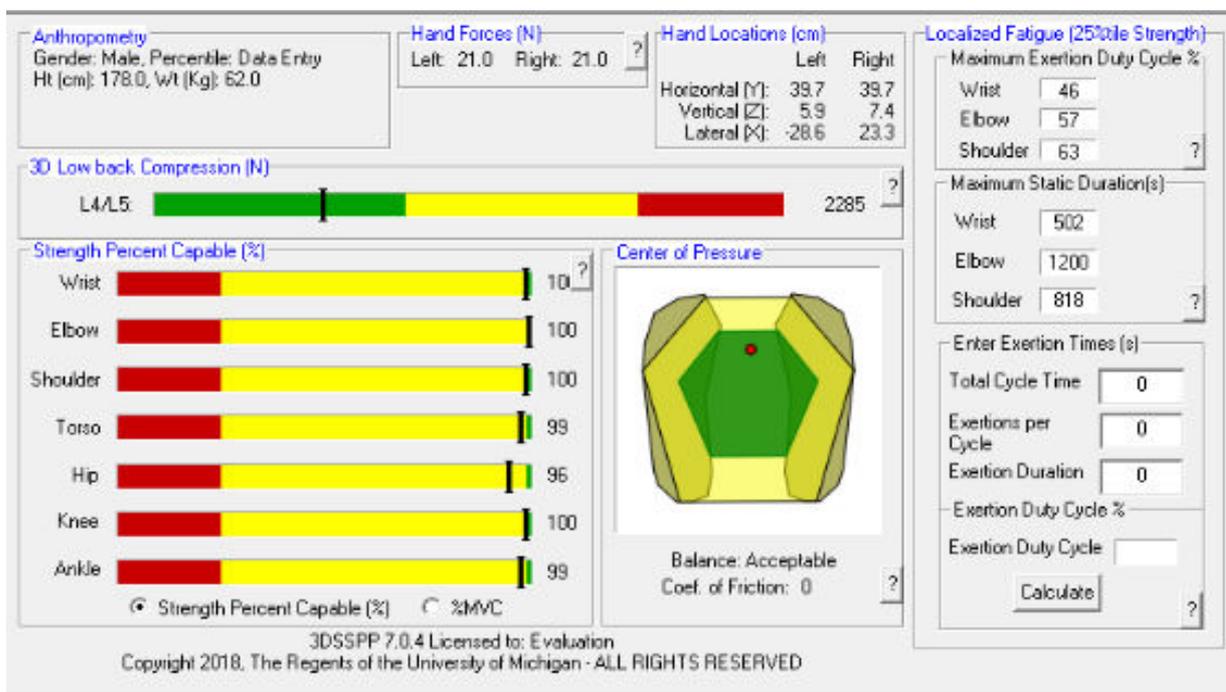
Figura 6 – Representação da atividade de levantamento de carga do chão - Trabalhador erguendo uma caixa contendo cimento



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A figura 7 apresenta, de forma mais clara, a tabela em porcentagem dada pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 7 - Riscos de lesões (2)

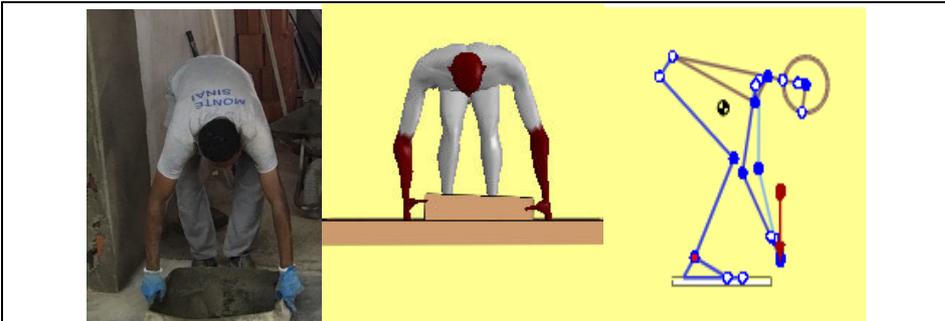


Fonte: Elaborada pela autora usando o software 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao levantamento de uma caixa de massa. A figura 7 indica um trabalhador erguendo um caixa com cimento, cujo peso é de 21 Newtons (N) em cada uma das mãos. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 2285 N.

A tabela 3 contém, em porcentagem, o risco de lesões que o colaborador está sujeito a sofrer.

Tabela 3 -Risco de lesão para as principais articulações (2)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>0%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>0%</b>
<b>Dorso</b>	<b>1%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>4%</b>
<b>Joelho</b>	<b>0%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>1%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	2285

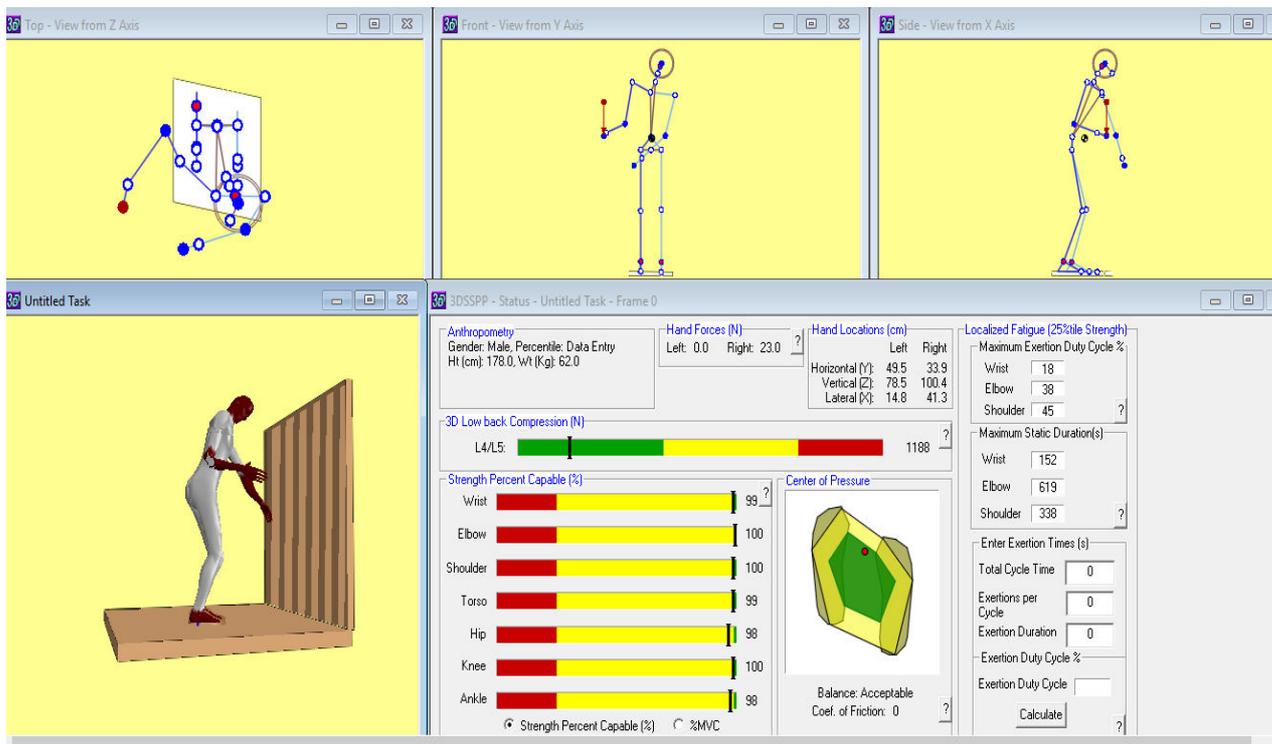
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

O valor de 2285(N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 N. Assim, o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho, é pequeno.

- **Análise 3 – Atividade de emboço de parede.**

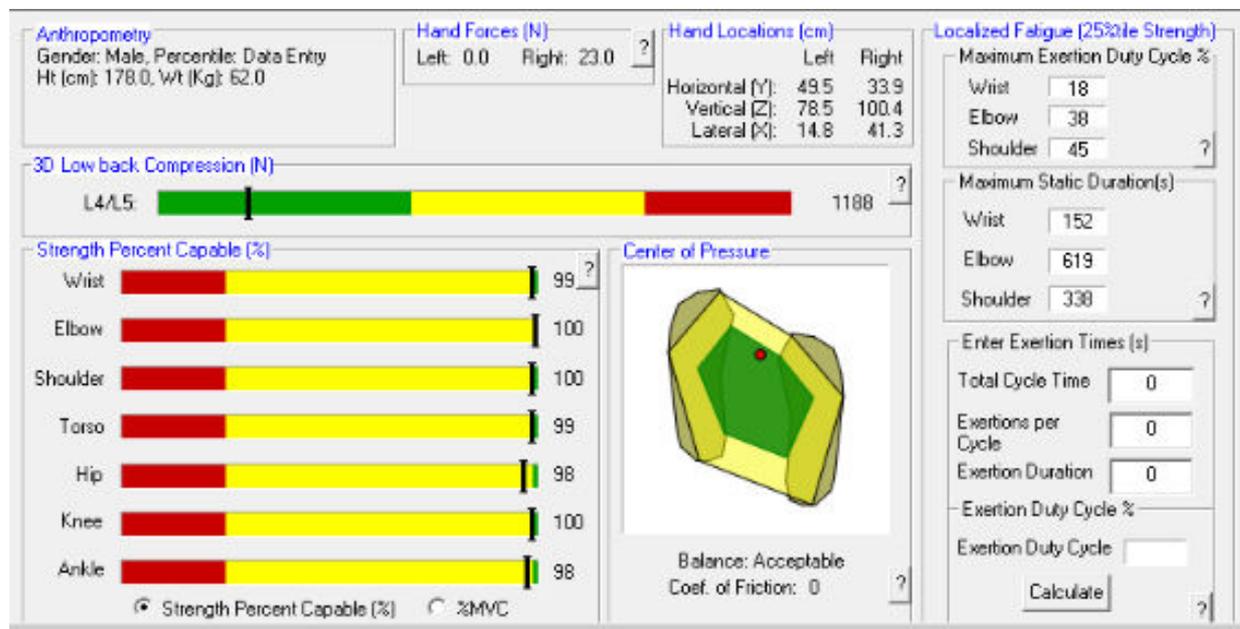
O resultado da terceira análise de postura adotada pelo trabalhador demonstra também uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região. A figura 8 demonstra a atividade analisada que se refere ao emboço de parede.

Figura 8 – Representação da atividade de emboço de parede



A figura 9 traz a tabela em porcentagem dada pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 9 – Riscos de lesões (3)



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A figura 9 indica a atividade do colaborador cujo peso era de 12 (N) em cada uma das mãos. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 1188N.

A tabela 4 demonstra, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador está sujeito a sofrer.

Tabela 4 -Risco de lesão para as principais articulações (3)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>1%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>0%</b>
<b>Dorso</b>	<b>1%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>2%</b>
<b>Joelho</b>	<b>0%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>2%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	1188

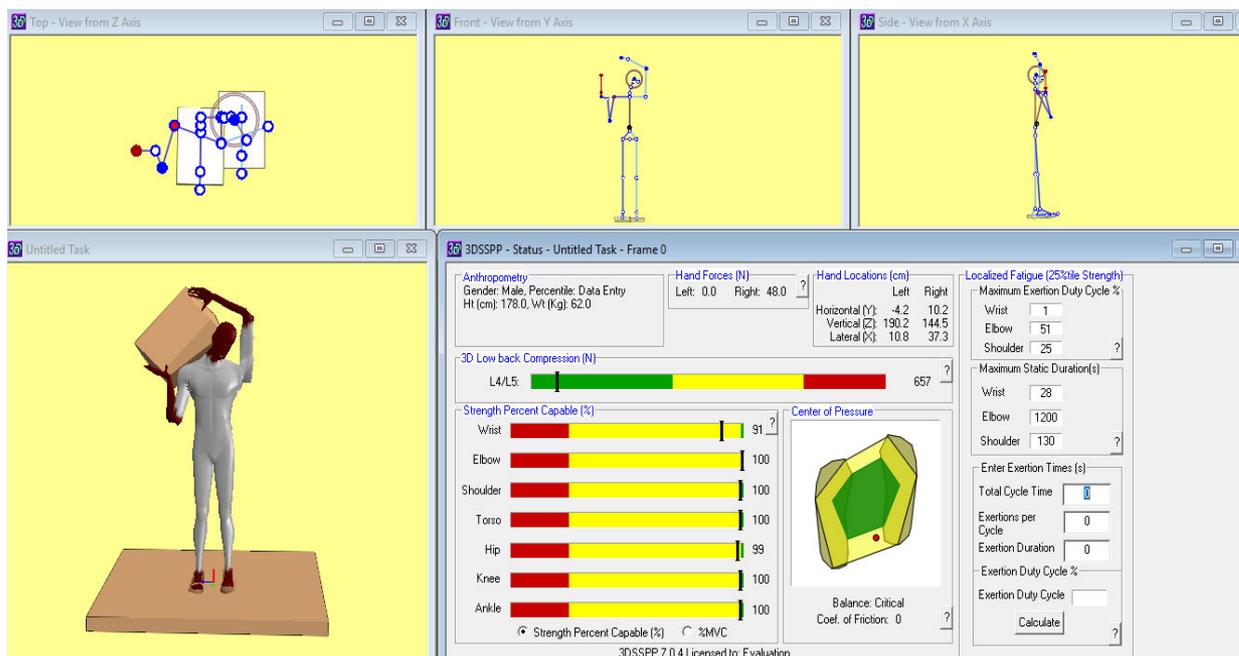
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

O valor de 1188(N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 (N), indicando que, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho, o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é pequeno.

- **Análise 4 – Atividades de carregamento de peso sobre os ombros**

A quarta análise teve seu resultado como demonstrado na figura 10: uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região.

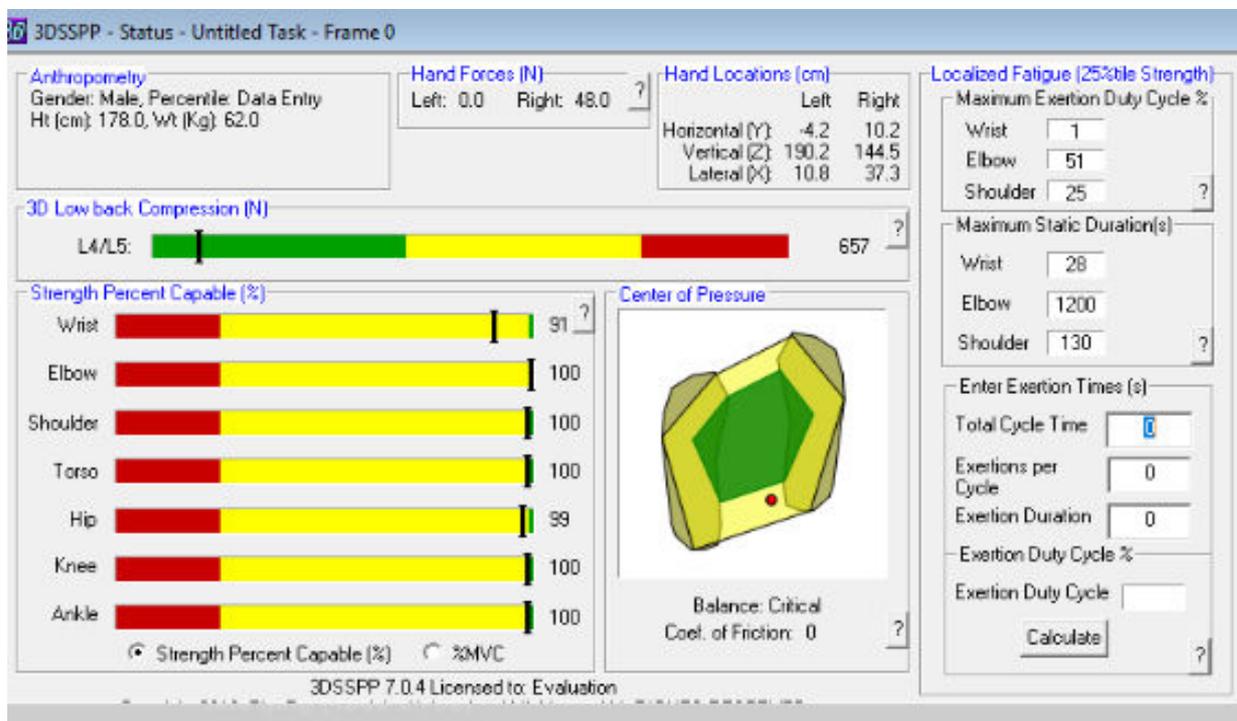
Figura 10 – Representação da atividade de carregamento de peso sobre os ombros



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A figura 11 apresenta, em porcentagem, a tabela fornecida pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 11 – Riscos de lesões (4)



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao carregamento de lata de entulho, atividade muito comum na construção civil. A figura 11 indica a atividade do colaborador cujo peso era de 48 (N) em cada uma das mãos. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi 657 N.

A tabela 5 demonstra, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador está propenso a sofrer.

Tabela 5 -Risco de lesão para as principais articulações (4)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>9%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>0%</b>
<b>Dorso</b>	<b>0%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>1%</b>
<b>Joelho</b>	<b>0%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>0%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	657

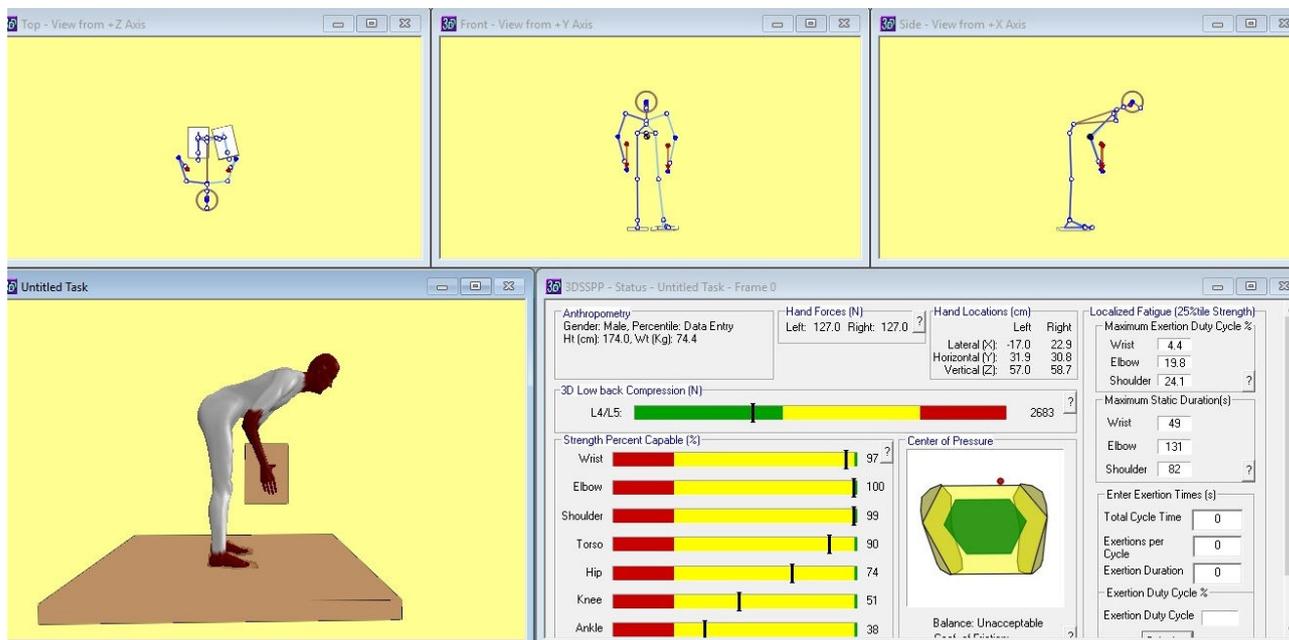
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

O valor de 657(N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 (N). Isso indica que o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é pequeno, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho.

- **Análise 5– Levantamento da caixa de piso**

O resultado dessa análise de postura adotada pelo trabalhador demonstra uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizado nas vértebras L4/L5,mostrando a carga exercida sobre essa região.

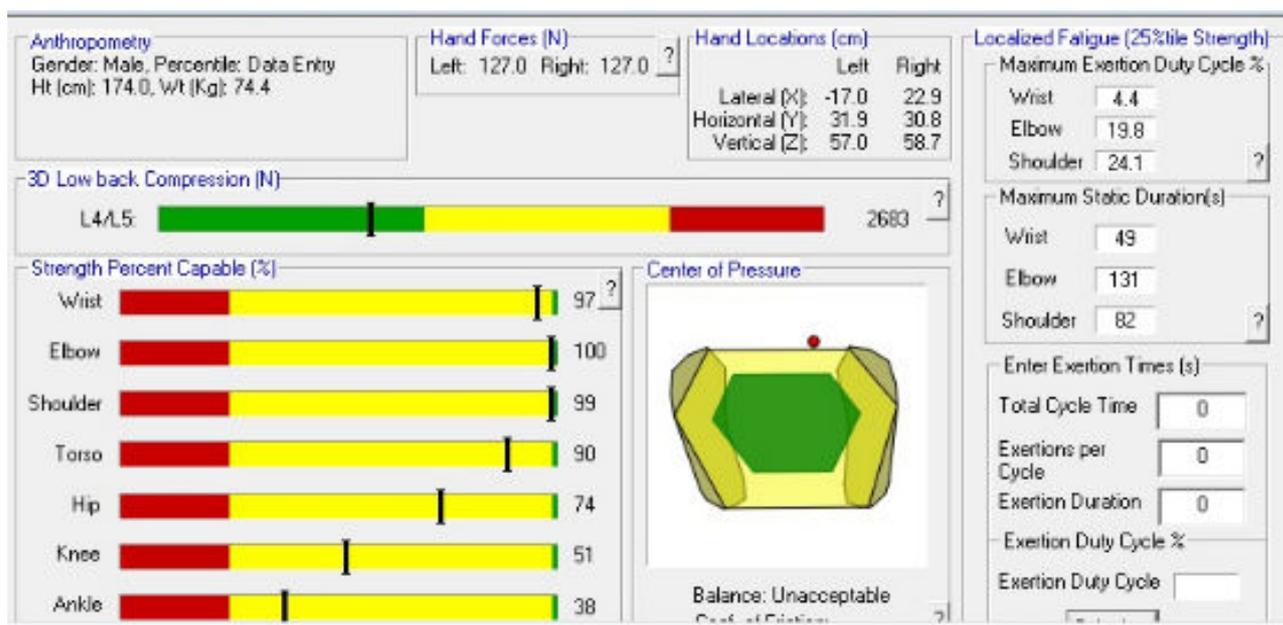
Figura 12 – Representação da atividade de levantamento de caixa de piso



Fonte: Elaborada pela autora usando o software 3DSSPP

A figura 13 contém a tabela em porcentagem fornecida pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 13 - Riscos de lesões (5)

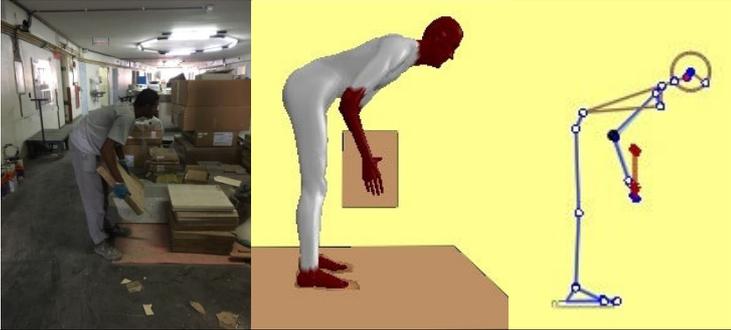


Fonte: Elaborada pela autora usando o software 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao carregamento de caixa de piso para acabamento de obra. A figura 13 indica a atividade realizada pelo colaborador cujo peso era de 127,5 (N) em cada uma das mãos. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi 2683 N.

A tabela 6 demonstra, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador pode sofrer.

Tabela 6 -Risco de lesão para as principais articulações (5)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>3%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>1%</b>
<b>Dorso</b>	<b>10%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>26%</b>
<b>Joelho</b>	<b>49%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>62%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	<b>2683</b>

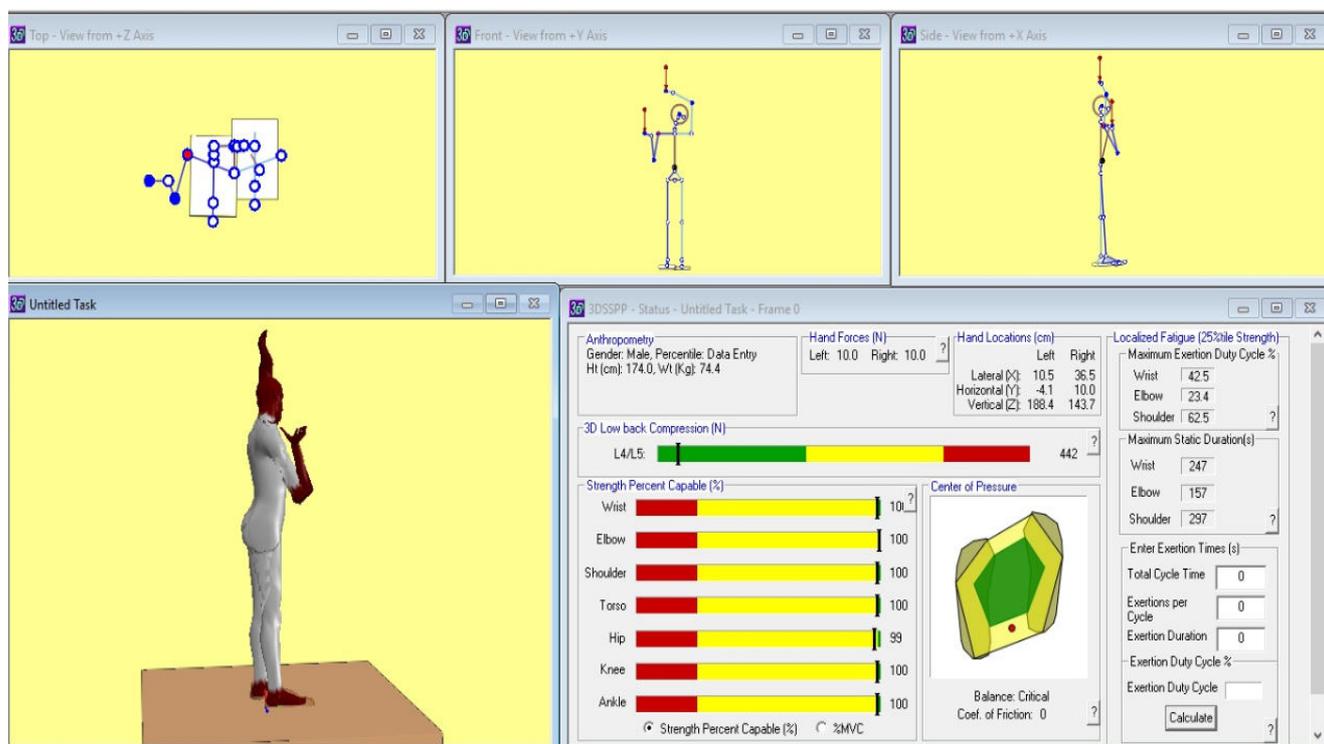
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

O valor de 2683(N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 (N). Assim, o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é pequeno, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho.

### **Análise 6 – Levantamento da caixa de piso sobre os ombros**

O resultado dessa análise de como o trabalhador está erguendo a caixa de piso sobre os ombros demonstra uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região.

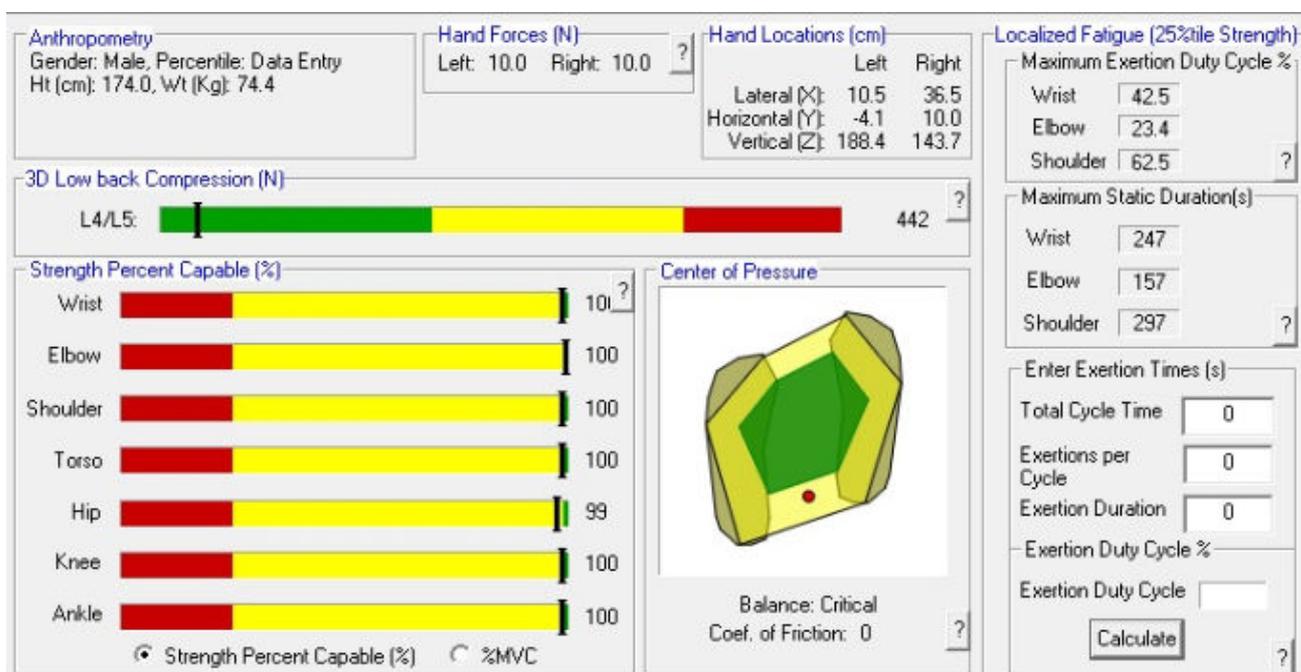
Figura 14– Representação da atividade de levantamento de caixa de piso sobre os ombros



Fonte: Elaborada pela autora usando o software 3DSSPP

A figura 15 traz a tabela em porcentagem gerada pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 15 - Riscos de lesões (6)



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao carregamento de caixa de piso para acabamento de obra. A figura 15 indica a atividade empreendida pelo colaborador cujo peso era de 127,5 (N) em cada um dos ombros. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 442 (N).

A tabela 7 apresenta, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador está sujeito a sofrer.

Tabela 7 - Risco de lesão para as principais articulações (6)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>0%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>0%</b>
<b>Ombro</b>	<b>0%</b>
<b>Dorso</b>	<b>0%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>1%</b>
<b>Joelho</b>	<b>0%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>0%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	442

Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

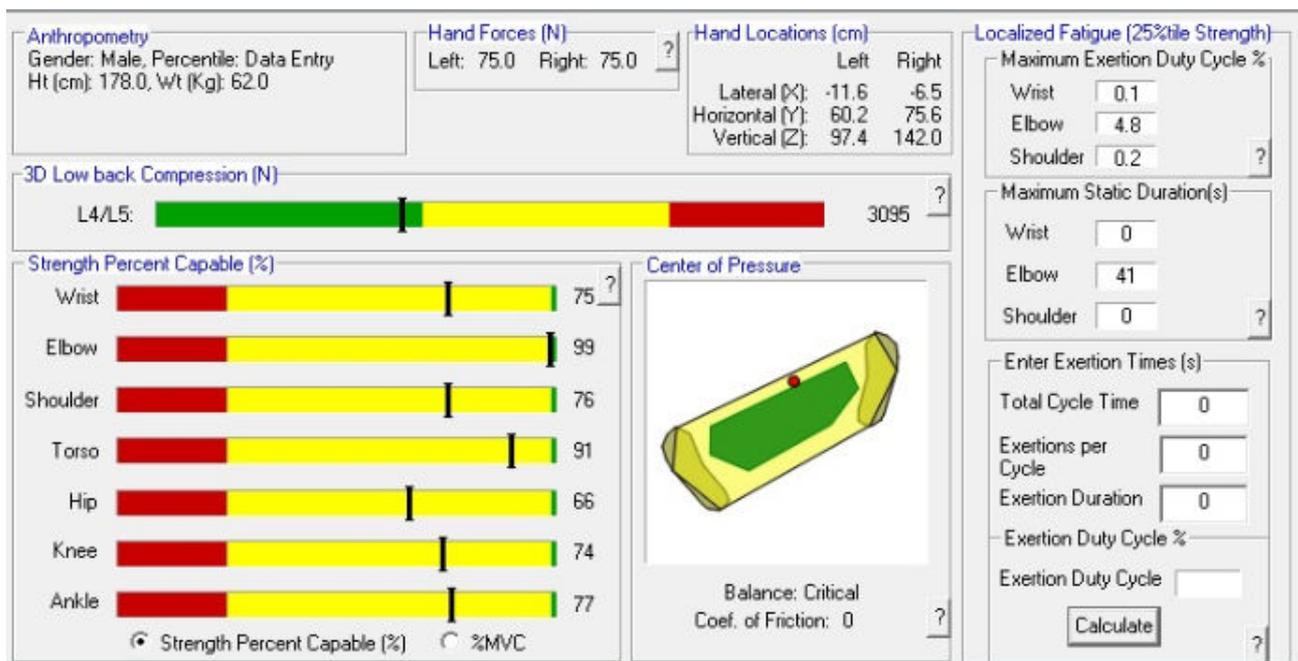
Como o valor de 442(N) ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 (N), o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é pequeno, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho.

- **Análise 7– Erguendo saco de cimento pela corda**

O resultado dessa análise de postura adotada pelo trabalhador demonstra uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região.



Figura 17 – Riscos de lesões (7)



Fonte: Elaborada pela autora usando o software 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao erguimento de saco de cimento para obra. A figura 17 indica a atividade feita pelo colaborador cujo peso era de 250 (N) nos ombros. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 3095 (N)

A tabela 8 contém, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador pode sofrer.

Tabela 8 - Risco de lesão para as principais articulações (7)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>25%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>1%</b>
<b>Ombro</b>	<b>24%</b>
<b>Dorso</b>	<b>9%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>34%</b>
<b>Joelho</b>	<b>26%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>0%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	3095

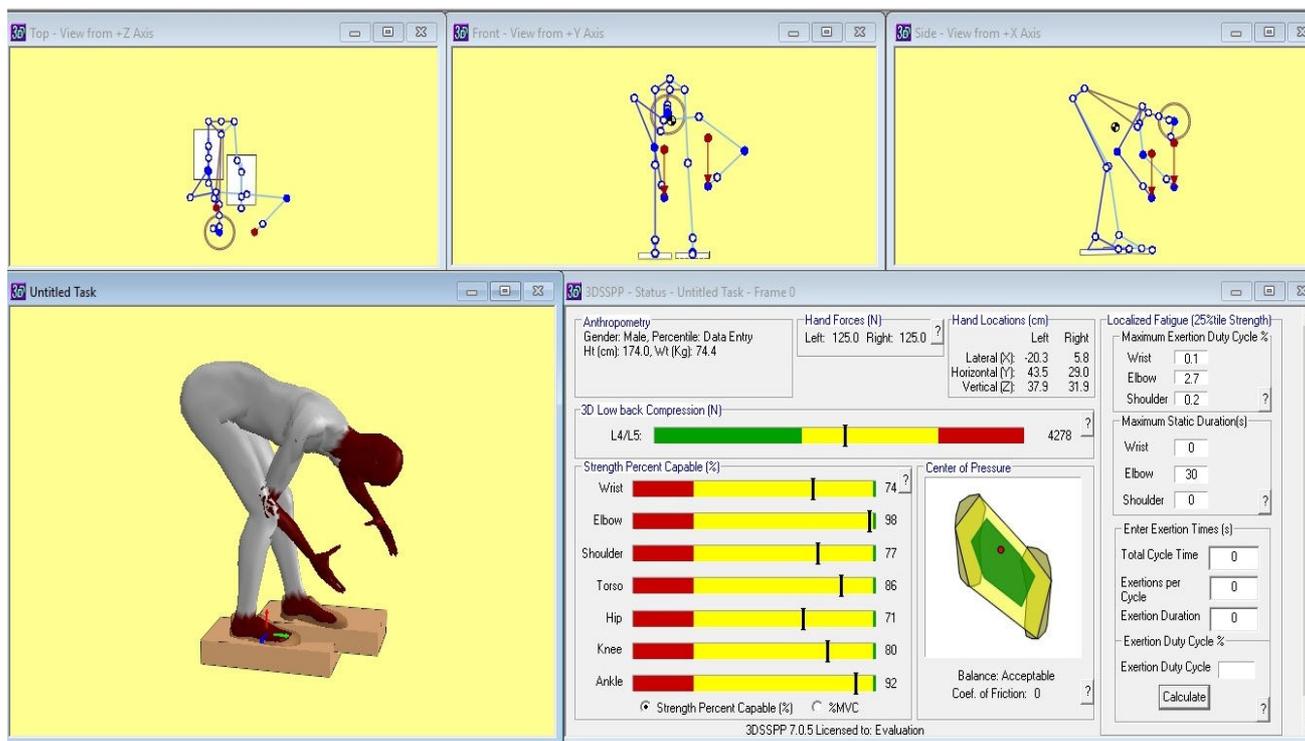
Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

Como se pode observar, o valor de 3095 N ficou abaixo da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400, o que indica que o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores é inferior a carga limite, porém esta análise já causa uma preocupação pois ela se aproxima do valor limite considerado um risco a saúde dos colaboradores, adotando-se essa postura durante a execução do trabalho.

- **Análise 8 – Erguendo saco de argamassa**

O resultado dessa análise de postura adotada pelo trabalhador demonstra uma compressão na região lombar da coluna vertebral, localizada nas vértebras L4/L5, mostrando a carga exercida sobre essa região.

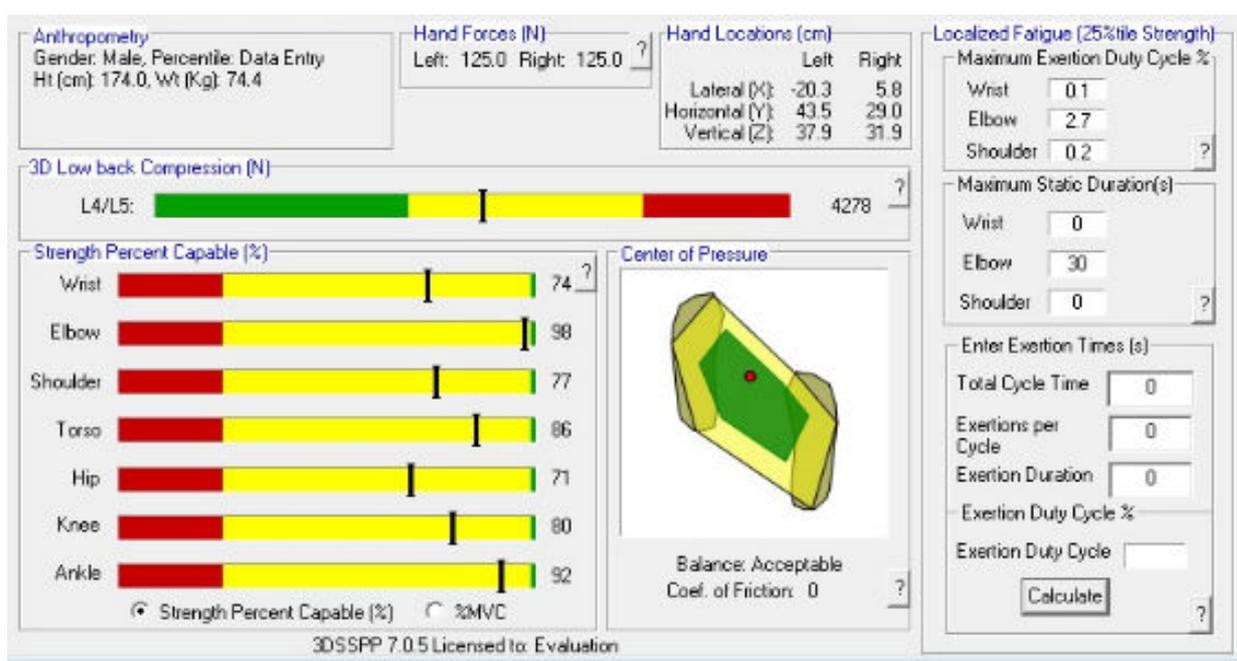
Figura 18 – Representação da atividade do levantamento de um saco de argamassa



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A figura 19 demonstra, de forma mais clara, a tabela em porcentagem dada pelo programa com os riscos de lesões nas articulações.

Figura 19 – Riscos de lesões (8)



Fonte: Elaborada pela autora usando o *software* 3DSSPP

A atividade analisada refere-se ao erguimento de saco de argamassa. A figura 19 indica a atividade do colaborador cujo peso era de 125 (N) em cada mão. Quanto à compressão do disco intervertebral L4/L5, o valor encontrado foi de 4279 (N).

A tabela 9 demonstra, em porcentagem, o risco real de lesões que o colaborador está propenso a sofrer.

Tabela 9 - Risco de lesão para as principais articulações (8)



Articulações	Risco de lesão
<b>Pulso</b>	<b>26%</b>
<b>Cotovelo</b>	<b>2%</b>
<b>Ombro</b>	<b>23%</b>
<b>Dorso</b>	<b>14%</b>
<b>Coxofemoral</b>	<b>29%</b>
<b>Joelho</b>	<b>20%</b>
<b>Tornozelo</b>	<b>8%</b>
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
<b>L4-L5</b>	<b>4279</b>

O valor de 4279 N ficou acima da carga limite de compressão no disco (CLCD), que é de 3400 N. Isso indica que pode ocorrer risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores que exercem essa atividade ao longo da jornada de trabalho.

O aumento de pressão sobre o disco pode tornar sua degeneração precoce, pois há interrupção no seu processo nutricional, além da perda de capacidade que o disco possui de distribuir radialmente as forças que incidem sobre ele. Além disso, quanto maior a força de compressão, maior será a incidência de lombalgia, que também pode ser causada por torção da coluna lombar, distensão músculo-ligamentar, fadiga, protusão intradiscal do núcleo pulposo e, ao se agravar, pode-se desenvolver uma hérnia de disco intervertebral (COUTO, 1995).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As próprias condições dos canteiros de obra em si já configuram um risco à saúde e à segurança do trabalhador. Esses riscos são aumentados em função da forma de executar as atividades pelo funcionário. A inadequada execução das tarefas pode levar o funcionário à incapacidade temporária ou definitiva de seu trabalho e até mesmo de suas atividades pessoais. A implantação da ergonomia no canteiro de obra é difícil pelo fato de o local do trabalho ser mudado diariamente, pela rotatividade dos funcionários. Contudo, apesar de todas essas dificuldades que se encontram na indústria da construção civil, é possível intervir ergonomicamente no trabalho dos funcionários dessa área.

Conforme Ferreira (2015), a Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) tem despertado interesse social das empresas, devido às alterações no cenário econômico mundial e aos impactos negativos que a reestruturação produtiva vem acarretando na vida dos trabalhadores das organizações. Do ponto de vista das organizações, a importância da temática QVT se baseia numa concepção de enfrentamento dos problemas encontrados no cotidiano dos ambientes de trabalho que colocam a qualidade de vida no trabalho como uma real necessidade (FERREIRA, 2011).

A partir dos dados coletados neste estudo de caso, conclui-se que algumas posturas adotadas no canteiro de obras são prejudiciais à saúde do colaborador (conforme as atividades demonstradas nas análises 7 e 8 ) e outras aparentemente não demonstraram isso (conforme análises das atividades 1 a 6).

Porém, é importante destacar que o software 3DSSPP trabalha com a análise estática, indicando um resultado para aquela situação pontual. Assim, a repetição da mesma atividade ao longo do tempo pode gerar desconforto, inflamações e mesmo lesões às articulações e lombalgias no trabalhador.

Conforme apontam os resultados do trabalho, os colaboradores, dependendo da função exercida, podem ter problemas de lesões devido à má postura e à repetição da atividade laborativa. Porém, mesmo com uma carga de trabalho intensa, os resultados foram satisfatórios, pois, mediante as análises, cerca de 90% das posições adotadas pelos trabalhadores não estão sendo prejudiciais à saúde.

A vida dentro do ambiente de trabalho pode ser melhorada através da ergonomia. Pequenas modificações dentro das empresas podem proporcionar um

melhor ambiente de trabalho, criando, assim, condições favoráveis aos trabalhadores e proporcionando crescimento positivo à empresa. Daí a importância de ações preventivas para prevenir a saúde dos funcionários como colocar os materiais em bancadas mais altas isso ajuda na hora do carregamento evitando que os funcionários tenham que pegar do chão o peso e outra consideração seria implantar elevadores elétricos como por exemplo o elevador de cremalheira e o guincho de coluna elétrica.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Júlia et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/Q> >. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>> Acesso em: 05 mar. 2019..

BRASIL, Ministério da Saúde. Ler, Dort, dor relacionada ao trabalho protocolos de atenção integral á saúde do trabalhador de complexidade diferenciada. In: Área de saúde do trabalhador 2006. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/trabalhador/pdf/protocolo\\_ler\\_dort.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/trabalhador/pdf/protocolo_ler_dort.pdf)> Acesso em: 15 Jan. 2019.

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e Saúde no trabalho – NRs 1 a 36 Comentadas e Descomplicadas**. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2015.

CARVALHO, Renata Silveira; FERREIRA, Mario Cesar. Ergonomia!? O que é isso?. **Pro Capacitando**, Brasília, p. 1-2, 10 set. 1998. Disponível em: <<http://www.ergopublic.com.br/arquivos/1253626559.53-arquivo.pdf>> Acesso em: 20 Fev. 2019.

CARTAXO, C. **Estudo ergonômico do posto de trabalho do armador de laje**: uma avaliação quantitativa dos esforços físicos na coluna vertebral decorrentes da postura de trabalho. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). CT/UFPB, 1997.

CARMELLO, Eduardo. **Qualidade De Vida No Trabalho**. Disponível em: [http://www.rhportal.com.br/artigos/rh.php?idc\\_cad=a7o2sdrwi](http://www.rhportal.com.br/artigos/rh.php?idc_cad=a7o2sdrwi). Acesso em: 30 nov. 2018.

CHEREM, Alfredo Jorge; MAGAJEWSKI, Flávio. Ergonomia: o trabalhador como sujeito, o trabalho como objeto. **Episteme**, Tubarão, v. 10, n. 28/29, p. 59-71, Nov./jun. 2002/2003.

COSTELLA, Marcelo F.; CREMONINI, Ruy A.; GUIMARÃES, Lia B. Análise dos acidentes do trabalho ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 8, 1998, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: RJ, 1998. 1 CD-ROM. Disponível em: < [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/arquivos/art372\\_98.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/arquivos/art372_98.pdf) > Acesso em: 20 Dez. 2018.

COUTO, Hudson Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana, vol. 2. Belo Horizonte: Ergo, 1995.

CONTE, L. Antonio. Qualidade de vida no trabalho. 2012. Disponível em :<  
[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista\\_fae\\_business/n7/rev\\_fae\\_business\\_07\\_2003\\_gestao\\_10.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n7/rev_fae_business_07_2003_gestao_10.pdf)> Acesso em: 17 Jan. 2019.

DIESEL, Letícia; FLEIG, Tânia Cristina, GODOY, Leoni Pentiado. Caracterização das doenças profissionais na atividade de construção civil de Santa Maria – RS. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 6, 2001, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, 2001. 1 CDROM.

ELSEVIER, Mike Tooley. Manual de Engenharia de Projeto. Disponível em:  
[https://books.google.com.br/books?id=27CuiSBJ5SoC&pg=PA56&lpg=PA256&dq=Back+Compression+Design+Limit+\(BCDL&source=bl&ots=Ddy8TLsG8&sig=ACfU3U0kO7uCEDKNsWOvGFjCrsP6DbqfIA&hl=ptBR&amp;sa=X&ved=2ahUKEwi5xpvBmvDhAhWCJbkGHSZ5Bf4Q6AwCHoECAgQAQ](https://books.google.com.br/books?id=27CuiSBJ5SoC&pg=PA56&lpg=PA256&dq=Back+Compression+Design+Limit+(BCDL&source=bl&ots=Ddy8TLsG8&sig=ACfU3U0kO7uCEDKNsWOvGFjCrsP6DbqfIA&hl=ptBR&amp;sa=X&ved=2ahUKEwi5xpvBmvDhAhWCJbkGHSZ5Bf4Q6AwCHoECAgQAQ) Acesso em: 10 abr. 2019.

FERREIRA, Mario S.; RIGHI, Carlos Antônio Ramires. **Análise ergonômica do trabalho**, março, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/13277835-Ergonomia-notas-de-aula-ponto-02-analise-ergonomica-do-trabalho-prof-dr-mario-s-ferreira-prof-dr-carlos-antonio-ramires-righi-marco-2009.html>. Acesso em: 10 abr. 2018.

FERREIRA, Caio Márcio Marini. Crise e reforma do Estado: uma questão de cidadania e valorização do servidor. **Revista do Serviço Público (RSP)**. Ano 47, Volume 120, Número 3, Set-Dez 1996.

FERREIRA, Mário César. A ergonomia da atividade pode promover a qualidade vida no trabalho? Reflexões de natureza metodológica. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho (rPOT)**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 8-28, 2011.

FREITAS, Marcelo Pinto de; MINETTE, Luciano José. A importância da ergonomia dentro do ambiente de produção. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 9., 2014, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Saepro, 2014. p. 12 - 63.

GRANJEAN, Etienne/ trad. João Pedro Stein. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GOLDSHEVDER, D. et al. Musculoskeletal symptom survey among mason tenders. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 42, n. 5, p. 384-396, nov. 2002.

HAY, James. **The Biomechanics of Sports Techniques** Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J, 1978.

JAN, Dul; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda 19ª reimpressão, 1998, 147p.

JUNIOR, Rodolpho Repullo. Protocolo de diagnóstico e tratamento das LER/DORT. **Boletim Saúde**, Rio Grande do sul, v. 19, n. 1, jan./jun. 2005. Disponível em: <[http://www.esp.rs.gov.br/img2/v19%20n1\\_16ProtocolDiagnost.pdf](http://www.esp.rs.gov.br/img2/v19%20n1_16ProtocolDiagnost.pdf)> Acesso em: 17 nov. 2018.

LIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 9ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2003.

MANSILLA, Gibson Araújo. **Análise dos riscos ergonômicos da atividade de armação na construção civil em canteiros de obras de Três Lagoas/MS**. 2010. 42 f. Monografia (especialização em engenharia de segurança no trabalho) - Faculdade de Arquitetura e Tecnologia, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

MEDEIROS, Dário Moreira de. **A Importância da ergonomia na construção civil: uma revisão**. 2013. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Cruzeiro do Sul, Goiânia, 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Classificação Brasileira de Ocupação 2002**. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>> Acesso em: 23 Jan. 2019.

MICHEL, Oswaldo. **Acidentes do trabalho e doenças ocupacionais**. 3 ed. São Paulo: LTr, 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO - Escritório no Brasil. Disponível em < <https://www.infoescola.com/direito/organizacao-internacional-do-trabalho/>> Acesso em: 17 mai. 2019

RODRIGUES, M. V. C. **Qualidade de vida no trabalho: Evolução e análise no nível gerencial**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

RIBEIRO, Sanzia Bezerra; SOUTO, Maria Márcia; JÚNIOR, Ivan Cavalcante Araújo. Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesseiro em um canteiro de obras na cidade de João Pessoa/PB através do software Winowas. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 4, jan./abr. 2005. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/view/148/144> Acesso em: 22 Out. 2018.

SAAD, Viviane Leão. **Análise ergonômica do trabalho do pedreiro: o assentamento de tijolos**. 2008. 124 f. Dissertação (mestre em engenharia de produção) - Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

SAKATA, Rioko Kimiko; ISSY, Adriana Machado. Lesão por esforço repetitivo (LER) doença osteomuscular relacionada ao trabalho (DORT). **Revista Brasileira de Medicina –RBM**, São Paulo, v. 60, edição especial, p. 77-83, dez. 2003.

SCHNEIDER, S. P. Musculoskeletal injuries in construction: a review of the literature. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**, v. 16, n. 11, p. 1056-1064, nov. 2004.

SILVA, Ana Paula Machado; FILHO, José Raimundo de Castro; SILVA, Matheus de Almeida e. **Epidemiologia das lesões músculo-esqueléticas em trabalhadores da construção civil**. 2009. 34 f. Monografia (graduação de bacharelado em

Fisioterapia). Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.eeffto.ufmg.br/biblioteca/1728.pdf> Acesso em: 14 Set. 2018.

TEIGER, C Assistência Integral. Enfermagem do trabalho. **Revista Proteção**. São Paulo, p. 64-66, mai .1993

TEIXEIRA, Clarissa Stefani *et al.* Qualidade de vida do trabalhador: discussão conceitual. **Revista Digital**. Buenos Aires, año 14,nº 136, septiembre de 2009. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd136/qualidade-de-vida-do-trabalhador.htm>. Acesso em: 10 jan. 2019.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. CENTER FOR ERGONOMICS. 2006. Disponível em: <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/> > Acesso em: 20 mar. 2019.

WATERS, T.R. *et.al.* Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks, **Ergonomics**, v.36, nº .7, p. 749-776, 1993.