

# ANÁLISE BIOMECÂNICA DO SETOR DE DESOSSA DE SUÍNOS EM UM FRIGORÍFICO TÍPICO DA INDÚSTRIA SUÍNÍCOLA DO BRASIL

**Wemerton Luis Evangelista (IFMG)**

wemerton.evangelista@ifmg.edu.br

**Maria Silveira Costa (IFMG)**

mariacostabd@yahoo.com.br



*As empresas estão cada vez mais competitivas e os mercados cada vez mais exigentes. Assim sendo, fatores relacionados à saúde, segurança e satisfação do trabalhador estão sendo utilizados como ações estratégicas uma vez que são valorizados pelos consumidores. Com isso, o estudo da ergonomia passa ser de grande interesse, uma vez que se trata de um conjunto de ciências e tecnologias que procuram a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, buscando adaptar as condições de trabalho às características do homem. Objetivou-se então com este trabalho realizar, em um caso específico de um frigorífico típico da indústria suinícola do Brasil, uma análise biomecânica no setor de Cortes (Desossa) da empresa, e ainda desenvolver propostas que minimizem e/ou eliminem os riscos diagnosticados, quando necessário, levando em consideração a aplicação das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Utilizou-se do programa computacional do modelo biomecânico tridimensional de predição de posturas adotadas durante a realização das atividades e de forças estáticas, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos, versão 5.0.3. Em todas as atividades avaliadas no setor de cortes foram registradas forças de compressão no disco L5/S1 inferior a limite de 3.400 N, o que significa que está dentro dos padrões. No entanto as atividades consideradas como críticas em função dos riscos de lesão nas articulações, ou seja, merecedoras de maior atenção foram: Cortar a Paleta (risco nas articulações do cotovelo); Retirada da Paleta da Correia Central (risco nas articulações do tornozelo) e Pesar a Carne Ensacada (risco nas articulações do cotovelo).*

*Palavras-chaves: ergonomia, posturas, michigan*

## 1. Introdução

As empresas estão cada vez mais competitivas e os mercados cada vez mais exigentes. Assim sendo, fatores relacionados à saúde, segurança e satisfação do trabalhador estão sendo utilizados como ações estratégicas uma vez que são valorizados pelos consumidores.

Muitas condições de trabalho, principalmente aquelas que influenciam o trabalhador dentro da organização, tais como, o ambiente de trabalho, a jornada de trabalho, os postos de trabalho, a tarefa, a organização, a remuneração, alimentação, bem-estar, entre outras condições, têm sido motivos de preocupação por parte das organizações e dos órgãos, previdenciário e fiscalizadores (EVANGELISTA, 2011).

Dentro deste contexto de competição, as condições ambientais de trabalho e à saúde dos trabalhadores passaram a ser merecedoras de atenção, implicando em rápidas e profundas transformações no ambiente de trabalho e deste modo alterando as condições de saúde e segurança do trabalhador. De acordo com Takeda (2010) um exemplo disso está relacionado aos trabalhos encontrados nos frigoríficos que, na busca pela competitividade, transformam constantemente as condições de trabalho a fim de alcançar a produtividade almejada. Segundo Sarda & Kirtschig (2009) grande parte das tarefas que são realizadas nestes ambientes, tidas como repetitivas, monótonas e fadigantes, provocam muitas vezes problemas relacionados à saúde, ao conforto e à segurança do trabalhador.

No que diz respeito às empresas frigoríficas, de modo geral elas têm apresentado uma forma de organização do trabalho composta de equipamentos, máquinas e dispositivos de corte que possuem considerável risco de acidentes de trabalho de seus funcionários, principalmente nas operações que exigem atividade manual (EVANGELISTA, 2011).

Com isso, o estudo da ergonomia passa ser de grande interesse, uma vez que se trata de um conjunto de ciências e tecnologias que procuram a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, buscando adaptar as condições de trabalho às características do homem.

A biomecânica é um item da ergonomia que se preocupa com as interações entre o trabalho e o homem, do ponto de vista dos movimentos musculoesqueléticos envolvidos e das suas

consequências. Leva em consideração basicamente, a questão das posturas corporais no trabalho e aplicação de forças envolvidas (IIDA, 2005). As atividades desenvolvidas nos frigoríficos exigem diferentes posturas dos trabalhadores associadas a pesos diversos que podem trazer prejuízos a sua saúde.

A coluna vertebral merece destaque dentro do estudo da biomecânica, pois seus transtornos constituem numa das maiores causas de afastamento prolongado do trabalho e de sofrimento humano. Couto (1996) comenta que a dor causada por esses transtornos é forte e incapacitante, uma vez que tende a piorar com os mínimos movimentos executados pela pessoa.

As leis da física são aplicadas ao corpo humano no estudo da Biomecânica, a partir da qual se podem estimar durante um movimento ou uma postura as tensões que ocorrem nos músculos e articulações. Ao se assumir uma postura ou efetuar um movimento, as articulações devem ser conservadas tanto quanto possível na sua posição neutra, cuja posição se tem os músculos e ligamentos, que se estendem entre as articulações, tensionados de maneira mínima. Também quando as articulações estão na posição neutra, os músculos são capazes de liberar a força máxima (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Deste modo, objetivou-se com este trabalho realizar, em um caso específico de uma indústria frigorífica de suínos típica do Brasil, uma análise biomecânica no Setor de Cortes (Desossa) da empresa, e ainda desenvolver propostas que minimizem e/ou eliminem os riscos diagnosticados, quando necessário, levando em consideração a aplicação das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego.

## 2. Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do setor alimentício situada no estado de Minas Gerais que entre diversos ramos atuantes do gênero alimentício encontra-se também especializada na criação, abate e processamento da carne suína. A empresa gera em torno de 4 mil empregos diretos e 8 mil indiretos, e também conta com aproximadamente 50 mil clientes em todo o país e no exterior.

Seu frigorífico, alvo deste estudo, encontra-se implantado em uma área de 40.000 m<sup>2</sup> e uma área construída de 10.226 m<sup>2</sup>. Considerado típico da indústria suinícola do Brasil, ele opera

em 3 turnos de trabalho e abate aproximadamente 2100 suínos por dia , produzindo aproximadamente 53.100.000 kg de carne por ano, e desta forma, contribuindo para o abastecimento do mercado interno bem como do externo.

A coleta de dados foi realizada nos meses de dezembro de 2010 e janeiro e fevereiro de 2011 durante o período diurno de trabalho da empresa, iniciado às 06:00 e 07:00 horas e término respectivamente às 16:00 e 17:00 horas.

As atividades analisadas no setor de desossa (sala de cortes) foram: cortar paletas; retirar toucinho da paleta com o arco; limpeza da paleta; desossa; retirar músculos da paleta; pesar a carne (balança); descer barriga.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa com os trabalhadores da empresa através do uso de um questionário que buscou caracterizar o perfil desses funcionários ligados à produção, suas condições gerais de trabalho, saúde, alimentação e sua segurança no desempenho de suas tarefas diárias de trabalho.

Durante a realização das tarefas diárias desenvolvidas pelos trabalhadores foram feitos registros fotográficos a fim de garantir a avaliação biomecânica. Assim, por meio da imagem estática do trabalhador considerada crítica durante a execução de sua tarefa foi possível medir os ângulos entre as diversas articulações dos segmentos corpóreos e conseqüentemente obter as posturas adotadas no Quadro 1.

Também se utilizou do programa computacional do modelo biomecânico tridimensional de predição de posturas adotadas durante a realização das atividades e de forças estáticas, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos, versão 5.0.3, onde as cargas envolvidas no trabalho foram medidas e usadas assim como os ângulos medidos entre as articulações como seus dados de entrada. Este programa avalia o risco de lesão no ombro, dorso, cotovelo, coxofemoral, joelho e tornozelo além de fornecer as forças de compressão que atuam nos discos, L4/L5 e L5/S1, da coluna vertebral. Com base na análise dos resultados fornecidos por este software é possível definir a carga-limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99,0% dos homens e 75,0% das mulheres conseguem levantar.

### 3. Resultados e discussão



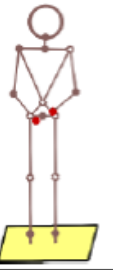

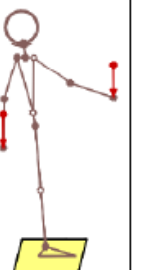
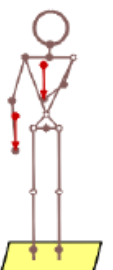

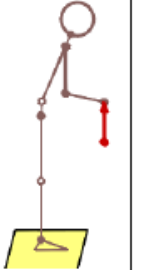
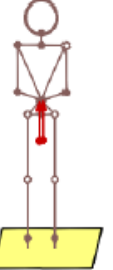

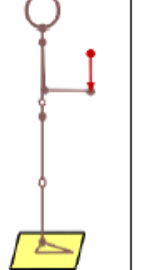
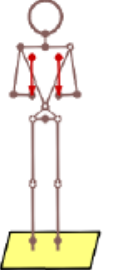
Com a análise tridimensional realizada com o auxílio do programa de predição de posturas assumidas pelos trabalhadores durante a realização das atividades e de forças estáticas foi possível identificar e caracterizar as exigências físicas nas operações realizadas no setor de corte do frigorífico em estudo, onde devido este setor ser bastante abrangente e ramificado em várias linhas, optou-se por analisar somente a linha da paleta.

O resumo da análise biomecânica das atividades desempenhadas na sala de cortes (linha da paleta) está mostrado no Quadro 1, onde também está apresentada a porcentagem de trabalhadores capazes de suportar a carga imposta pela atividade em análise sem risco de lesões (SRL) às principais articulações envolvidas. Também são apresentadas as forças de compressão nos discos L4/L5 e L5/S1 da coluna vertebral.

Quadro 1 - Análise biomecânica das atividades realizadas na sala de cortes (desossa)


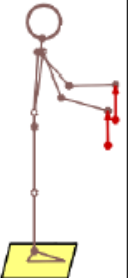

Postura estática selecionada para análise			Trabalhadores capazes (%) de suportar a carga imposta sem risco de lesões e forças de compressão (N) atuantes nos discos L4/L5 e L5/S1	
<b>Atividade: Cortar paleta</b>				
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal	Articulações	%
			Cotovelo	33
			Ombro	98
			Dorso	99
			Coxofemural	100
			Joelho	98
			Tomozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	683
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	437
<b>Atividade: Retirando o tocinho da paleta com o arco (arqueiro)</b>				
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal	Articulações	%
			Cotovelo	100
			Ombro	99
			Dorso	99
			Coxofemural	97
			Joelho	90
			Tomozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	629
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	437
<b>Postura estática selecionada para análise</b>				
Trabalhadores capazes (%) de suportar a carga imposta sem risco de lesões e forças de compressão (N) atuantes nos discos L4/L5 e L5/S1				
<b>Atividade: Limpeza da paleta (retirando gordura e pele com a faca)</b>				
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal	Articulações	%
			Cotovelo	99
			Ombro	99
			Dorso	99
			Coxofemural	98
			Joelho	99
			Tomozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	513
			Força de compressão (N) no disco L5-S1	547
<b>Atividade: Desossa (retirada da paleta da correia central)</b>				
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal	Articulações	%
			Cotovelo	99
			Ombro	99
			Dorso	98
			Coxofemural	95
			Joelho	89
			Tomozelo	61
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	1620
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	1599

Quadro 1 - Continuação

<b>Postura estática selecionada para análise</b>			Trabalhadores capazes (%) de suportar a carga imposta sem risco de lesões e forças de compressão (N) atuantes nos discos L4/L5 e L5/S1	
<b>Atividade: Desossa (retirada da carne da paleta com a faca)</b>			<b>Articulações</b>	<b>%</b>
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal		
			Cotovelo	100
			Ombro	100
			Dorso	99
			Coxofemural	98
			Joelho	99
			Tomozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	1072
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	1109
<b>Atividade: Desossa (puxando o osso da paleta)</b>			<b>Articulações</b>	<b>%</b>
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal		
			Cotovelo	99
			Ombro	97
			Dorso	99
			Coxofemural	100
			Joelho	98
			Tomozelo	98
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	608
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	472
<b>Postura estática selecionada para análise</b>			Trabalhadores capazes (%) de suportar a carga imposta sem risco de lesões e forças de compressão (N) atuantes nos discos L4/L5 e L5/S1	
<b>Atividade: Retirando músculos da paleta</b>			<b>Articulações</b>	<b>%</b>
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal		
			Cotovelo	99
			Ombro	99
			Dorso	99
			Coxofemural	98
			Joelho	99
			Tomozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	764
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	812
<b>Atividade: Balança: pesando a carne ensacada</b>			<b>Articulações</b>	<b>%</b>
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal		
			Cotovelo	74
			Ombro	85
			Dorso	87
			Coxofemural	94
			Joelho	96
			Tomozelo	93
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	2502
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	2210



Quadro 1 - Continuação

Postura estática selecionada para análise			Trabalhadores capazes (%) de suportar a carga imposta sem risco de lesões e forças de compressão (N) atuantes nos discos L4/L5 e L5/S1	
Atividade: Descendo barriga				
Postura	Vista lateral direita	Vista frontal	Articulações	%
			Cotovelo	100
			Ombro	99
			Dorso	99
			Coxofemural	98
			Joelho	99
			Tornozelo	99
			Força de compressão (N) no disco vertebral L4/L5	752
			Força de compressão (N) no disco vertebral L5-S1	606

A primeira atividade analisada da linha da paleta foi o corte e o lançamento da paleta na bancada. Nas condições analisadas 98% dos trabalhadores são capazes de realizar essa atividade sem riscos de lesão às articulações do ombro e do joelho, 99% são capazes de realizá-la sem riscos às articulações do dorso e do tornozelo e 100% de trabalhadores são capazes de executá-la sem riscos às articulações do coxofemural. Já em relação às articulações do cotovelo somente 33% de trabalhadores são capazes de desempenhar essa atividade se oferecer risco de lesão. Esse risco de valor relevante deriva-se da posição curvada do braço esquerdo no momento que ele suporta o peso da paleta de aproximadamente 15 kg. Para a articulação do coxofemural não houve risco de lesão. A força de compressão no disco vertebral L4/L5 foi de 683 N e no disco L5/S1 foi de 437 N, ambas abaixo da carga limite de compressão, 3.400 N.

Em relação à atividade do arqueiro que consiste na retirada do toucinho da paleta com o arco, 90% de trabalhadores são capazes de desempenhar essa atividade sem apresentar risco de lesão à articulação do joelho, percentual que já pode ser considerado merecedor de atenção. Isso se deve ao esforço realizado pelo arqueiro ao puxar o arco para trás e ao fato dos joelhos se encontrarem dobrados nesse momento. O peso da paleta nesse caso também teve grande influência nesse risco. Já a porcentagem de capazes de desempenhar essa atividade sem riscos de lesão às articulações do tornozelo, do coxofemural, do dorso e do ombro foi de no mínimo 97% e em relação à articulação do cotovelo não existe risco algum (100% de capazes). As



forças de compressão nos discos vertebrais analisadas também ficaram abaixo da considerada limite, 629 N para o disco L4/L5 e 437 N para o disco 437.

A atividade de limpeza da paleta no início da linha e também a de retirar músculos da paleta apresentaram elevado percentual de trabalhadores que são capazes de desenvolvê-las sem risco de lesão em todas às articulações analisadas e também as força de compressão atuantes nos discos vertebrais mostraram-se inferior a 3.400 N, carga limite de compressão. Assim, o risco de lesão à coluna vertebral dos trabalhadores quando adotado essa postura durante a execução do trabalho é considerado baixo. Observou-se que esse trabalho era realizado quase em sua totalidade por mulheres.

De acordo com Iida (2005) homens e mulheres são significativamente diferentes em suas funções fisiológicas, capacidade cardiovascular, forças musculares e dimensões antropométricas. As mulheres possuem uma capacidade muscular de aproximadamente 60 a 70% do homem. Desta forma, pode-se destinar aos homens aquelas tarefas que exigem mais força física, fato que foi observado no setor de cortes.

Das três atividades relacionadas à desossa a merecedora de maior atenção relaciona-se à retirada da paleta da correia central. Nesse momento a posição torcida do tronco do trabalhador em relação a suas pernas e também o peso da carga por ele movimentada faz com que apresente somente 61% de capazes de realizá-la sem risco de lesão à articulação do tornozelo e 89% de capazes sem risco à articulação do joelho. Os riscos de lesão para as demais articulações avaliadas são baixos, não sendo inferior a 95% de capazes. A força de compressão no disco vertebral L4/L5, 1.620 e no disco vertebral L5/S1, 1.599 não ultrapassa a 3.400 N.

Para as outras duas atividades da desossa (retirar a carne da paleta com a faca e puxar o osso da paleta) os riscos de lesão das articulações são de baixa importância ou inexistente, uma vez que apresenta um elevado índice de capazes sem riscos relevantes às articulações. Isso também ocorre com as forças de compressão que atuam nos discos vertebrais avaliados nesses casos que não superam em nenhuma situação à considerada limite de compressão.

Para a postura estática avaliada do trabalhador responsável pela pesagem da carne ao final da linha da paleta verificou-se um risco de lesão superior às posturas anteriormente analisadas. A porcentagem de capazes de realizar essa atividade sem apresentar risco de lesão às articulações do cotovelo foi de 74%, às do ombro foi de 85%, e às do dorso foi de 87%. Pode-

se dizer que são riscos consideráveis para essa situação e que acontece devido principalmente ao peso aproximado de 20 kg suportado pelos braços do trabalhador ao pesar a carne. Já a porcentagem de capazes de realizar essa atividade sem risco de lesão às demais articulações foi de no mínimo 93%. Apesar das forças de compressão nos discos L4/L5 e L5/S1, respectivamente de 2.502 N e 2.210 N, terem sido superiores às atuantes nos discos avaliados das posturas avaliadas anteriormente, não ultrapassaram a carga máxima de compressão, 3.400 N, o que significa pequeno risco de lesão à coluna dos trabalhadores adotam essa postura na execução dessa atividade.

Ao analisar a postura assumida pelo trabalhador durante a atividade de descer a barriga também se verificou baixa ou nenhuma importância dos riscos de lesões para todas as articulações consideradas. A porcentagem de capazes de realizar essa tarefa sem risco às articulações foi de no mínimo 98%. Observou-se ainda que as forças de compressão também foram inferiores àquela considerada limite nos discos da coluna vertebral para que não haja risco de lesão a mesma. Nesse caso, a força de compressão atuante nos discos L4/L5 foi de 752 N e a atuante no disco L5/S1 foi 606 N.

### 3. Conclusões

Em todas as atividades avaliadas no setor de cortes foram registradas forças de compressão no disco L5/S1 inferior a limite de 3.400 N, o que significa que está dentro dos padrões. No entanto as atividades consideradas como críticas em função dos riscos de lesão nas articulações, ou seja, merecedoras de maior atenção foram: Cortar a Paleta (risco nas articulações do cotovelo); Retirada da Paleta da Correia Central (risco nas articulações do tornozelo) e Pesar a Carne Ensacada (risco nas articulações do cotovelo).

Buscando melhores condições de trabalho e desta forma menores riscos relacionados à saúde e segurança dos funcionários ligados à empresa frigorífica estudada sugere-se que algumas medidas sejam adotadas:

- Manter a política de revezamento de tarefas já adotada eficientemente em alguns setores da empresa e promovê-la em outros onde ainda se mostra pouco operante, diminuindo o risco de DORT/LER;

- Couto (2002) recomenda para situações onde todas as atividades são desenvolvidas na posição de pé, fazer exercícios de aquecimento e de alongamento ao início da jornada de trabalho ou imediatamente antes de um esforço muscular significativo. Também comenta que para as atividades estáticas é importante instituir pausas e durante as mesmas instituir ginásticas de distensionamento;
- Desenvolver ou inovar determinados equipamentos e/ou dispositivos visando alterar as posturas consideradas inadequadas e perigosas adotadas por determinados trabalhadores durante a realização de seu trabalho diário;
- Garantir que as medidas relacionadas à segurança e bem estar do trabalhador sejam cumpridas mediante fiscalização rotineira e eficaz realizada pelo setor responsável da empresa;
- Apesar de já ser uma política adotada pela empresa, é importante que ela continue promovendo periodicamente treinamentos e orientação aos funcionários sobre a importância da segurança do trabalho, em especial em relação ao uso dos EPIs e à postura correta durante a realização das tarefas.

## REFERÊNCIAS

- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: O manual técnico da máquina humana. 1996.
- COUTO, H. A. **Como implantar ergonomia na empresa**: a prática dos comitês de ergonomia. Belo Horizonte, 2002.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147 p.
- EVANGELISTA, W. L. **Análise ergonômica do trabalho em um frigorífico típico da indústria suinícola do Brasil**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- SARDA, S.E.; KIRTSCHEG, R.C.R. Tutela jurídica da saúde dos empregados de frigoríficos: **considerações dos serviços públicos**. *Acta Fisiatr*, v. 16, n. 2, p. 59-65, 2009.
- TAKEDA, F. **Configuração ergonômica do trabalho em produção contínua**: o caso de ambiente de corte em abatedouro de frangos. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Técnica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR.



## XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos  
Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.