

JOÃO EDUARDO DE AZEVEDO VIEIRA

**ANÁLISE CINEMÁTICA DO PERFIL DA COLUNA VERTEBRAL DE
OPERADORES DE CAIXA DE SUPERMERCADO: EFEITOS DO MODELO DE
CHECKOUT E PESO DO PRODUTO.**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Curso de Pós-Graduação, Linha de Pesquisa em Gestão da Produção e Ergonomia, Departamento de Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Doutor André Luiz Félix Rodacki.
Co-Orientadora: Prof. Doutora Maria Lúcia Ribeiro Okimoto.

CURITIBA

2004

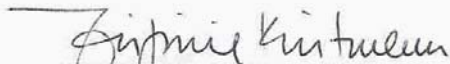
TERMO DE APROVAÇÃO

JOÃO EDUARDO DE AZEVEDO VIEIRA

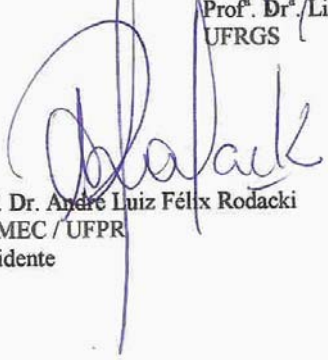
ANÁLISE CINEMÁTICA DO PERFIL DA COLUNA VERTEBRAL DE OPERADORES DE CAIXA DE SUPERMERCADO: EFEITOS DO MODELO DO CHECKOUT E PESO DO PRODUTO.

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Virginia Borges Kistmann
PG-MEC / UFPR


Prof. Dr. Lia Buarque de Macedo Guimarães
UFRGS


Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki
PG-MEC / UFPR
Presidente

Curitiba, 22 de dezembro de 2004

Dedico este trabalho a minha esposa,
pelo incentivo, apoio e compreensão;

Ao meu Orientador, Prof. Rodacki, pelo
aprendizado e crescimento acadêmico
que obtive durante esta etapa.

À minha família, por tudo que já fizeram
em prol da minha realização pessoal e
profissional em especial, em memória de
minhas avós, de quem nos separamos
neste ano e que muitas saudades nos
deixaram.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec) que me acolheu como aluno e permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores que compuseram a parte teórica desta Pós-Graduação, pela sua contribuição, auxiliando-me no desenvolvimento desta pesquisa.

À secretaria do PG-MEC, através do Sr. Marcio Brandani Tenório.

Agradeço a todos os colegas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial, agradeço aos amigos Sérgio Luis Andrade e Luis Antônio Carvalho pela colaboração em diferentes momentos desta pesquisa.

RESUMO

Relatos destacam um número crescente de queixas sobre problemas na coluna vertebral de operadores dos caixas de supermercado. Investigações anteriores destacaram a elevada repetitividade de movimentos durante a jornada de trabalho e os movimentos assimétricos decorrentes de rotação, flexão e inclinação lateral do tronco durante o registro dos produtos como causas para este problema. A remodelação do posto de trabalho mostrou ser uma solução atrativa para a melhoria das condições de trabalho e redução dos problemas dos operadores de caixa de supermercado. Este estudo teve por objetivo quantificar e comparar os movimentos da coluna vertebral nos planos sagital, frontal e transversal em função de dois modelos de *checkout* (usual e remodelado). O efeito da massa dos produtos manipulados em cada modelo de *checkout* também foi analisado. Constatou-se que o modelo remodelado apresentou melhores resultados quanto à movimentação da coluna vertebral durante a execução da atividade no plano frontal em comparação ao modelo usual. Os movimentos do tronco no plano transversal indicaram maior amplitude de rotação da coluna vertebral à direita (pega dos produtos) em comparação aos movimentos de rotação realizados à esquerda (deposição dos produtos). As diferenças nos perfis da coluna vertebral indicaram que o modelo remodelado de *checkout* apresenta menor risco de lesão em comparação ao modelo usual. Outros estudos são necessários para observar se os benefícios persistem ao longo da jornada de trabalho.

Palavras-chaves: Ergonomia, Biomecânica, Coluna Vertebral, Checkout, Design.

ABSTRACT

Reports highlight a growing number of complaints in the spine of supermarket cashiers. Previous studies showed that the large number of repetitions of movements during the working journey and asymmetric movements of rotation, flexion and lateral inclination performed during product scanning as causes for such problem. Workstation redesigning may constitute an attractive solution to improve the working conditions and to reduce the supermarket cashier workers. This study aimed to quantify and compare the vertebral column movements in the sagittal, frontal and transversal planes in two checkout models (usual and redesigned). The effect of the mass of the manipulated products were also analysed. It was observed that the redesigned model showed better results with respect to the spinal movements during the performance of the task in the frontal plane in comparison the usual model. The trunk movements in the transverse plane indicated greater rotation range in movements performed to the left (grasping products) in comparison to the movements of rotation performed to the left (deposition area). The differences in the profiles of the spinal column indicated that the redesigned model presents lower risk of injury in comparison to the usual model. Further studies are necessary to observe whether such benefits remain during the working journey.

Keywords: Ergonomics, Biomechanics, Vertebral Column, Checkouts, Design

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	COLUNA VERTEBRAL VISTA SOB OS PLANOS SAGITAL E FRONTAL.....	21
FIGURA 2 -	ARTICULAÇÃO INTERVERTEBRAL SUBDIVIDIDA EM PORÇÃO ANTERIOR E PORÇÃO POSTERIOR.....	23
FIGURA 3 -	DISCO INTERVERTEBRAL SOB DIVERSOS ÂNGULOS DE VISÃO.....	24
FIGURA 4 -	COMPRESSÃO DO DISCO INTERVERTEBRAL ASSOCIADO AOS MOVIMENTOS DE EXTENSÃO, FLEXÃO E INCLINAÇÃO LATERAL DO TRONCO.....	25
FIGURA 5 -	ROTAÇÃO DE TRONCO E O EFEITO SOBRE O DISCO INTERVERTEBRAL.....	26
FIGURA 6 -	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS <i>CHECKOUTS</i> UTILIZADOS NO ESTUDO.	33
FIGURA 7 -	MODELO UTILIZADO PARA O POSICIONAMENTO DOS MARCA-DORES AUTO-ADESIVOS.....	36
FIGURA 8 -	CALIBRADOR UTILIZADO NO ESTUDO, SENDO COMPOSTO POR UM CUBO DE 80 x 80 x 80 CENTÍMETROS. VISÃO DA CÂMERA FILMADORA DA ESQUERDA E DA CÂMERA FILMADORA DA DIREITA.	37
FIGURA 9 -	ESQUEMA DA DISPOSIÇÃO DAS CÂMERAS EM RELAÇÃO À ESTAÇÃO DE TRABALHO E AO OPERADOR DE <i>CHECKOUT</i>	38

FIGURA 10 –	MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL ANALISADOS NO PLANO FRONTAL E SAGITAL, RESPECTIVAMENTE.	40
FIGURA 11 -	DETERMINAÇÃO DO MOVIMENTO DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL ATRAVÉS DA RELAÇÃO ENTRE OMBRO E QUADRIL	41
FIGURA 12 -	MÉDIA AGRUPADA DO DESLOCAMENTO ANGULAR DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL DURANTE A MANIPULAÇÃO DE PRODUTOS DE 200, 1000 E 5000 GRAMAS EM <i>CHECKOUT</i> USUAL E REMODELADO.	45
FIGURA 13 -	MÉDIA AGRUPADA DO DESLOCAMENTO ANGULAR DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL DURANTE A MANIPULAÇÃO DE PRODUTOS DE 200, 1000 E 5000 GRAMAS EM <i>CHECKOUT</i> USUAL E REMODELADO.	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MÉDIA DOS TEMPOS DE REALIZAÇÃO DA TAREFA CONFORME O MODELO DE <i>CHECKOUT</i> E A MASSA DO PRODUTO MANIPULADO.....	43
TABELA 2 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA AMPLITUDE DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL À DIREITA EM <i>CHECKOUT</i> USUAL E MODIFICADO	48
TABELA 3 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA AMPLITUDE DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL À ESQUERDA EM <i>CHECKOUT</i> USUAL E MODIFICADO	49

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
SUMÁRIO	x
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS E HIPÓTESES	15
2.1 OBJETIVOS	15
2.2 HIPÓTESES.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
3.2 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL	20
4 METODOLOGIA	32
4.1 SUJEITOS.....	32
4.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	32
4.3 VARIÁVEIS DO ESTUDO	39
4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	41
5 RESULTADOS	43
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	43
5.2 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL	44
5.3 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL.....	46

5.4 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO TRANSVERSO	48
6 DISCUSSÃO	50
6.1 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL	50
6.2 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL	54
6.3 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO TRANSVERSO	58
7 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	63
ANEXO	70

1 INTRODUÇÃO

A incidência de lesões de coluna vertebral tem sido reportada como um freqüente problema entre operadores de caixa de supermercado (RYAN, 1989). Tais problemas têm sido relacionados ao elevado número de movimentos repetitivos e a fatores ergonômicos dos postos de trabalho. Em geral, a tarefa destes trabalhadores envolve a passagem de vários produtos por um dispositivo de leitura ótica (scanner) que faz o reconhecimento de um código de barras. A passagem pelo leitor ótico requer que os operadores apanhem os produtos do final de uma esteira, manipulem-no à frente ao campo de leitura do scanner, antes de depositá-lo em uma outra esteira que leva o produto até a área de embalagem. A escassez de estudos que pesquisem estes postos de trabalho expõe seus operadores a situações de risco ergonômico, principalmente no que se refere à biomecânica ocupacional da coluna vertebral. A consulta pública realizada pelo Ministério do Trabalho e do Emprego (BRASIL, 2004) para obter sugestões sobre o trabalho em *checkouts* dos operadores de caixa de supermercado reforça a necessidade de se compreender os riscos ocupacionais envolvidos na tarefa. Dentre os pontos observados na consulta do Ministério, destaca-se a preocupação com o uso de força muscular excessiva e movimentos combinados de flexão, rotação e inclinação lateral do tronco realizado durante o processo de manipulação, passagem pelo leitor óptico e deposição dos produtos. A preocupação com a grande amplitude de movimentos do tronco para apanhar, registrar e embalar os produtos tem sido apontada por WILSON & GREY (1984) que alertam sobre a inadequação de alguns modelos de *checkout*. Além disso, atividades de manipulação de cargas realizadas com movimentos combinados de flexão, rotação e inclinação lateral do tronco (associadas a movimentos de

grande amplitude articular) têm sido descritas como um dos principais fatores para o desenvolvimento de dores nas costas (COOK & MCGILL, 2001). Um outro fator a ser considerado é a própria natureza dos postos de trabalho, que induz os operadores de caixa de supermercado a realizarem os movimentos de forma assimétrica, ou seja, apenas para um lado, visto que os *checkouts* são colocados de maneira que os produtos seguem em único sentido em relação aos operadores. Assim, os movimentos de rotação e inclinação do tronco ocorrem, invariavelmente, da direita para a esquerda ou da esquerda para a direita. Apesar de alguns estudos epidemiológicos descreverem que 57,6% dos operadores de *checkout* apresentam problemas de dores lombares (BEARDMORE, 1998), não são conhecidos estudos que tenham analisado quantitativamente os movimentos empregados por operadores de *checkout* de supermercado. Tais estudos podem prover importantes informações acerca dos principais mecanismos do desenvolvimento de dores nas costas. Também não são conhecidas as estratégias utilizadas pelos operadores de caixa de supermercado durante a manipulação dos produtos que podem variar consideravelmente de peso (de 50g a 20kg) e podem requerer movimentos específicos.

Uma das formas de reduzir o número de problemas pode estar na modificação organizacional da tarefa. WILSON et al. (1984) já citava em suas pesquisas que a modificação dos *checkouts* usuais também se enquadrava como uma solução interessante. A utilização de modelos de *checkout* que exijam movimentos com pequena amplitude do tronco podem reduzir os riscos de lesão. Tal remodelação pode ser efetuada através da adaptação de uma esteira contínua na qual os produtos são transportados até a frente do operador de caixa, que realiza os procedimentos necessários para o registro e a embalagem dos produtos. Desta

forma, a amplitude de movimento do tronco dos operadores diminuiria e reduziria o risco de queixas e lesões na região dorsal. Portanto, torna-se importante um estudo investigando o impacto da remodelação do *checkout* (com esteira única) sobre os movimentos da coluna vertebral dos operadores de caixa de supermercado.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi analisar os movimentos da coluna vertebral de operadores de caixa de supermercado que ocorrem em função do *design* do *checkout* e do peso dos produtos.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

a) Determinar e comparar a amplitude dos movimentos de flexão, rotação e inclinação lateral da coluna vertebral em função do tipo de *checkout* (modelo usual e remodelado).

b) Determinar e comparar a amplitude dos movimentos de flexão, rotação e inclinação lateral da coluna vertebral função do peso dos produtos em dois modelos de *checkout* (modelo usual e remodelado).

2.2 HIPÓTESES

Para que os objetivos do estudo fossem alcançados, uma série de hipóteses foram levantadas e testadas.

Hipótese H₁ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano sagital dos operadores de *checkout* será influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* (usual e remodelado) em qualquer instante de análise.

Hipótese H₂ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* durante o instante de

pega do produto da esteira será influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* (usual e remodelado).

Hipótese H₃ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* durante o instante de registro do produto da esteira não será influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* (usual e remodelado).

Hipótese H₄ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano transversal dos operadores de *checkout* será influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* (usual e remodelado) durante todos os instantes de análise realizados.

Hipótese H₅ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano sagital dos operadores de *checkout* será influenciada pelas diferentes massas dos produtos a serem manipulados pelo operador de caixa de supermercado durante os instantes de pega e registro dos mesmos.

Hipótese H₆ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* será influenciada pelas diferentes massas dos produtos a serem manipulados pelo operador de caixa de supermercado durante os instantes de pega e registro dos mesmos.

Hipótese H₇ – A amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano transversal dos operadores de *checkout* será influenciada

pelas diferentes massas dos produtos a serem manipulados pelo operador de caixa de supermercado durante os instantes de pega e registro dos mesmos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Poucas são as pesquisas no Brasil envolvendo a análise cinemática da coluna vertebral de operadores de caixa de supermercado (*checkouts*) associado aos diferentes modelos de *checkouts*, assim como poucas também são as pesquisas envolvendo dados epidemiológicos desta população específica.

Dentre os estudos que procuram justificar a utilização de diferentes modelos de *checkouts*, pode-se citar uma pesquisa realizada na Inglaterra por WILSON et al. (1984), que chamavam a atenção sobre a inadequação dos *designs* dos *checkouts*. A atividade dos operadores demonstrava uma necessidade de movimentos amplos para procurar a mercadoria, empurrá-la até o lado oposto, registrando-a simultaneamente. BEARDMORE (1998) procurou classificar os modelos de *checkout*, fazendo-o em 5 grandes grupos, entretanto, comentar-se-á somente dois deles, os quais são comumente utilizados no Brasil. O primeiro, denominado “Side Facing Checkout”, é caracterizado pela passagem dos produtos paralelamente ao operador de *checkout*, tendo este que mobilizar somente um dos membros superiores, de forma assimétrica, os produtos que estão sendo registrados; o segundo grupo de *design* de *checkout* é denominado “Front Facing Checkout”, no qual o operador de *checkout* está posicionado de frente para o cliente, passando os produtos a serem registrados também à sua frente. O mesmo autor comenta também que dentre os modelos estudados, o segundo *checkout* citado teve uma avaliação mais positiva quanto ao seu *design* ergonômico, contribuindo

principalmente na redução de queixas de lesões de membros superiores, principalmente lesões de ombro (tendinite de bíceps e bursite), e de punho (síndrome do túnel do carpo).

No Brasil, DINIZ e FERREIRA JR (1998) constataram uma elevada prevalência de sintomas músculo-esqueléticos em operadores de *checkout*, dos quais 77% referiram dor ou fadiga muscular durante a última semana de trabalho. Dados epidemiológicos têm demonstrado que cerca de 60% dos operadores de caixa referiram sintomas de incômodo na região lombar com uma intensidade entre moderada e forte (CABEÇAS, 1999). MACKAY et al. (1998) demonstraram que a porcentagem dos sintomas músculo-esqueléticos apresentadas entre caixas de supermercado foram relacionadas a diversas partes do corpo, entretanto, 54% relataram queixas na região dorsal.

Casos de relatos de danos à saúde entre operadores de *checkout* ao redor do mundo foram descritos em diversos estudos. NAKASEKO et al. (1982) cita os primeiros casos de lesões em membros superiores em operadores de caixa de supermercado do Japão entre os anos de 1970 e 1980. OHARA et al (1986) descreve uma maior incidência de queixas de fadiga geral, cefaléia, insônia e dores lombares entre mulheres operadoras de *checkout* do que entre mulheres que trabalhavam em escritórios de uma forma geral.

VANDER DOELEN et al. (1985) enfatizaram o aumento da incidência de queixas de fadiga muscular após a introdução de leitura óptica, visto que o “scanner” freqüentemente era colocado em *checkouts* convencionais, sem nenhuma modificação ou adaptação do posto de trabalho. Este aumento era relacionado ao aumento do número de itens checados por unidade de tempo.

RYAN (1989) constatou que a prevalência entre operadores de *checkout* era o dobro do que nos demais departamentos dos supermercados. Entre os operadores de *checkout*, os sintomas músculo-esqueléticos eram mais freqüentes nos membros inferiores e na coluna lombar. Os fatores que contribuem para a gênese de distúrbios músculo-esqueléticos foram classificados por CHAVALITSAKULCHAT et al. (1993) em 3 grandes categorias: a insuficiência de conhecimento dos princípios ergonômicos na concepção dos métodos e dos postos de trabalho; a falta de adaptação de máquinas e equipamentos importados às características da população local; a ausência de uma organização do trabalho adequada.

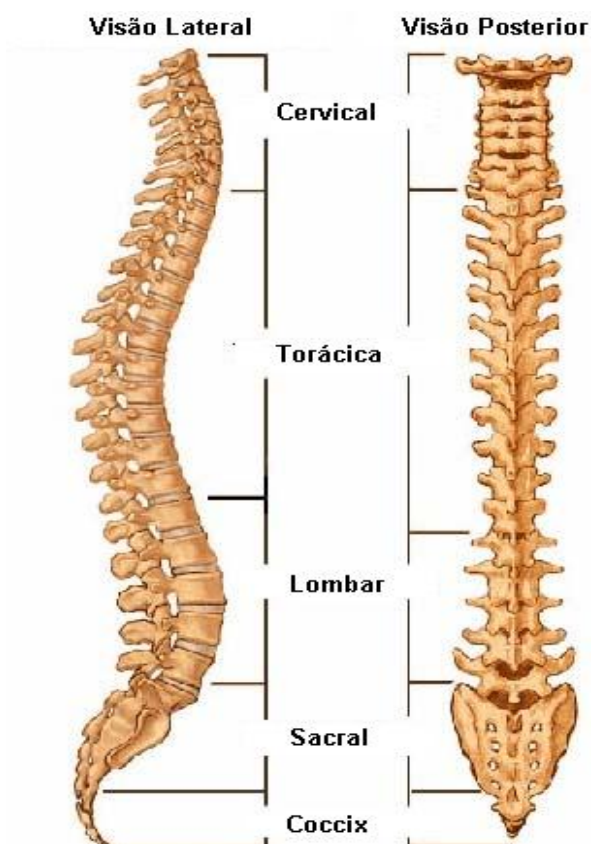
3.2 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL

Para GARDNER et al. (1988), a coluna vertebral, junto com os músculos e articulações inerentes a ela, é o eixo e o pilar central do corpo. A cabeça articula-se com o início da coluna vertebral e gira sobre a mesma; os membros superiores estão ligados a ela pelos cingulos dos membros superior, direito e esquerdo. A coluna vertebral contém completamente a medula espinhal, parcialmente os nervos raquidianos e, ainda, ajuda na proteção das vísceras do pescoço, tórax e abdome. A coluna vertebral é responsável ainda por distribuir o peso do resto do corpo aos membros inferiores e ao chão quando o indivíduo está em pé.

A coluna vertebral é flexível porque é composta de 33 pequenas partes que constituem unidades ósseas ligeiramente móveis - as vértebras. A estabilidade, desta estrutura esquelética, depende de ligamentos e músculos que mantêm articuladas às unidades ósseas. As vértebras são os ossos, que em número total de

33 unidades, formam a coluna. Compreendem, de cima para baixo, 7 vértebras cervicais, 12 vértebras torácicas, 5 lombares, 5 vértebras rudimentares fundidas compondo o osso sacro, e outras 4 vértebras, também rudimentares e fundidas, que formam o pequeno osso cóccix. A coluna vertebral do adulto apresenta quatro curvaturas no plano sagital: cervical, torácica, lombar e sacra (FIGURA 1). As curvaturas torácica e sacra são denominadas primárias porque estão na mesma direção da curvatura da coluna vertebral fetal. As curvaturas primárias são devidas a diferenças na altura entre a parte anterior e posterior dos corpos das vértebras e dos discos intervertebrais (DI DIO,1999).

FIGURA 1 - COLUNA VERTEBRAL VISTA SOB OS PLANOS SAGITAL E FRONTAL



FONTE: Adaptado de DI DIO, (1999).

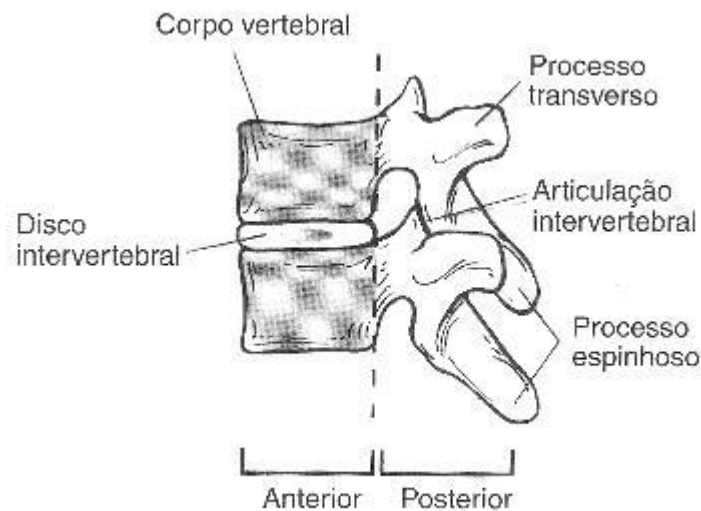
O centro de gravidade do corpo está localizado logo na frente do promontório sacral – na altura da articulação entre a quinta vértebra lombar e a primeira vértebra sacral (HALL, 1993).

A coluna vertebral é o segmento mais complexo e funcionalmente significativo do corpo humano. Possuindo a responsabilidade pela ligação entre os membros superiores e inferiores, a coluna vertebral permite movimentos sob os três planos, funcionando ainda como uma proteção óssea para a medula espinhal. A região lombar, em específico, é de particular interesse, pois, conforme já citado por DINIZ e FERREIRA JR (1998) e CABEÇAS (1999), a lombalgia é um dos principais problemas relatados por operadores de caixa de supermercado.

O segmento móvel da coluna vertebral é constituído por 2 vértebras adjacentes e um disco intervertebral que as separa, referida por WATKINS (2001) como articulações intervertebrais. HAMILL e KNUTZEN (1999) relatam que este segmento móvel pode ser subdividido em porção anterior e porção posterior, cada qual com uma função específica da coluna vertebral. A porção anterior refere-se aos corpos das duas vértebras, ao disco intervertebral e aos ligamentos longitudinais anterior e posterior (FIGURA 2).

Cada corpo vertebral possui uma forma cilíndrica, sendo mais espesso na região anterior para que possa absorver grandes quantidades de cargas compressivas (HAMILL e KNUTZEN, 1999). Por sua vez, o disco intervertebral é capaz de suportar tanto forças compressivas quanto forças de torção e de inclinação sobre a coluna.

FIGURA 2 - ARTICULAÇÃO INTERVERTEBRAL SUBDIVIDIDA EM PORÇÃO ANTERIOR E PORÇÃO POSTERIOR



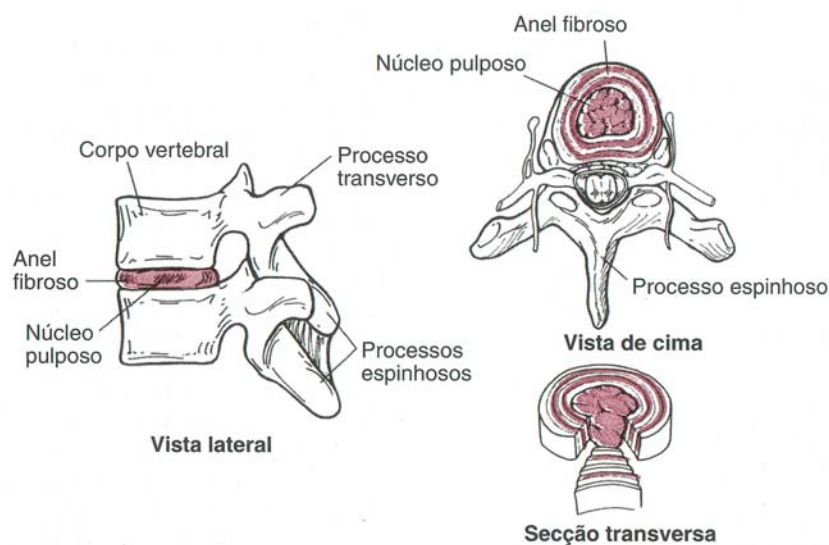
FONTE: Adaptado de HAMILL e KNUTZEN (1999).

Cada disco vertebral é formado por um núcleo pulposo, adequado para suportar as forças compressivas à articulação intervertebral, e por um anel fibroso, que proporciona uma força tensiva ao disco (HALL, 1993), que podem ser observadas na FIGURA 3.

As porções laterais do disco intervertebral foram consideradas por SODERBERG (1986) a região mais vulnerável à lesão, por haver uma força tensiva reduzida. Quando um disco intervertebral está sob compressão, ele tende a perder água KRAEMER et al. (1985). A continuação da aplicação da carga sobre o disco por um período de tempo muito grande resulta em uma diminuição ainda maior de sua hidratação (HALL, 1993). A cessação da pressão sobre os discos, faz com que estes reabsorvam rapidamente grandes quantidades de água, retornando aos seus volumes iniciais (KRAEMER, 1985). A redução na espessura do disco para sustentar o peso do corpo nas posturas eretas, seguida pela restauração da espessura dos

discos durante o sono, exemplifica o seu comportamento viscoelástico (WATKINS, 2001). A pressão no disco aumenta linearmente quando as cargas compressivas aumentam. Em movimentos como a flexão, a inclinação lateral ou a rotação, desenvolve-se uma carga compressiva fora do eixo. Esta carga assimétrica faz com que o corpo vertebral realize uma translação em direção ao lado que recebe a carga, enquanto as fibras são alongadas no outro lado e a pressão no núcleo pulposo retorna ao normal (HAMILL e KNUTZEN, 2003).

FIGURA 3 - DISCO INTERVERTEBRAL SOB DIVERSOS ÂNGULOS DE VISÃO

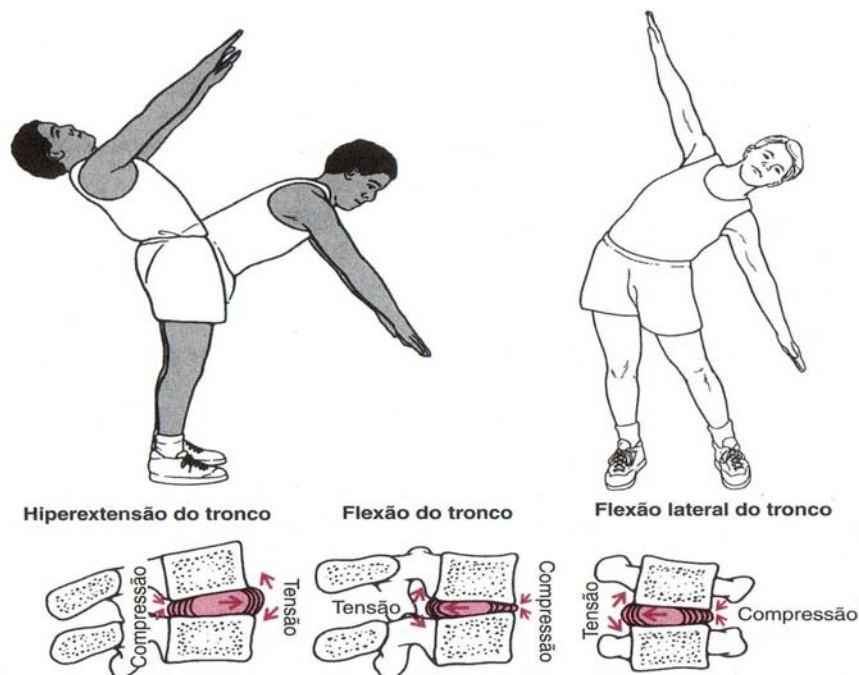


FONTE: Adaptado de HAMILL e KNUTZEN, 1999)

O movimento de flexão da coluna vertebral deve ser distinto de outros movimentos semelhantes. Segundo HALL (1993), ao inclinar-se o tronco para frente, e para baixo, como que se fosse tocar com os dedos da mão nos dedos do pé, ocorrem 3 movimentos: a flexão propriamente dita da coluna, a anteversão da pelve e a flexão da articulação do quadril. Durante a flexão da coluna, as vértebras

movem-se anteriormente, forçando o núcleo pulposo posteriormente, criando uma carga compressiva na porção anterior do disco e uma carga tensiva no anel posterior. Já durante a extensão da coluna vertebral ocorre exatamente o oposto, pois as vértebras superiores se movem posteriormente, levando o núcleo pulposo anteriormente e pressionando as fibras anteriores do anel. Na flexão lateral, ocorre a inclinação das vértebras superiores no lado da flexão, gerando compressão naquele lado e tensão no lado oposto (FIGURA 4), conforme citam HAMILL e KNUTZEN (1999).

FIGURA 4 - COMPRESSÃO DO DISCO INTERVERTEBRAL ASSOCIADO AOS MOVIMENTOS DE EXTENSÃO, FLEXÃO E INCLINAÇÃO LATERAL DO TRONCO

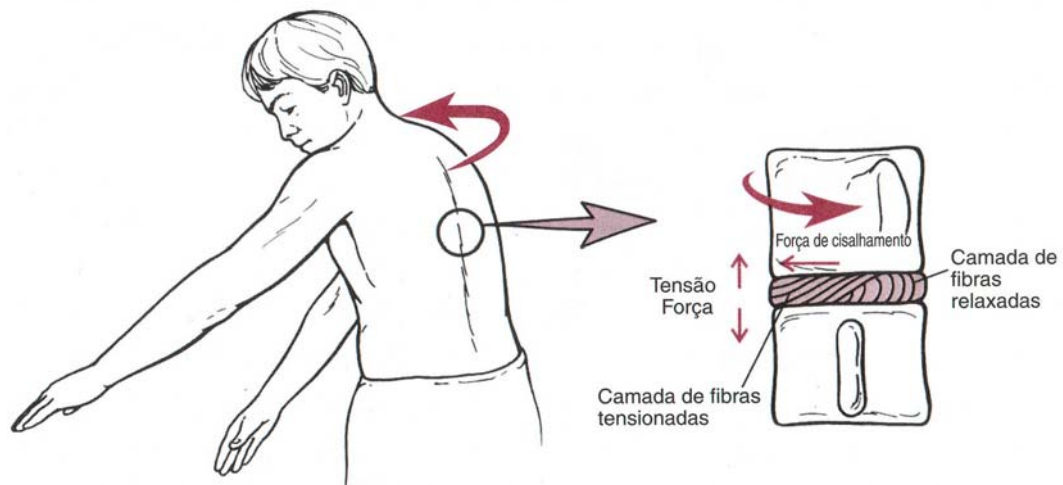


FONTE: Adaptado de HAMILL e KNUTZEN. (1999).

O movimento de rotação do tronco desenvolve tanto tensão quanto atrito no anel fibroso do disco intervertebral. Neste caso, metade das fibras do anel fibroso,

que são orientadas na direção da rotação, ficam tensionadas e a outra metade das fibras do anel fibroso, as quais estão orientadas na direção oposta, ficam frouxas (FIGURA 5). Isto cria um aumento na pressão intradiscal, estreitando o espaço articular e cria uma força de atrito no plano de rotação e tensão nas fibras orientadas na direção da rotação (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

FIGURA 5 - ROTAÇÃO DE TRONCO E O EFEITO SOBRE O DISCO INTER-VERTEBRAL



FONTE: Adaptado de HAMILL e KNUTZEN, (1999).

As fissuras no anel fibroso são o resultado de uma combinação de degeneração da fibrocartilagem e de sobrecarga em resposta à carga durante longos períodos. Pode ocorrer alguma cicatrização destas fissuras com o repouso adequado. Porém, como o suprimento de nutrientes ao anel fibroso é pobre e a pressão nos discos é alta, mesmo quando simplesmente sustenta-se o peso do corpo ocorre compressão sobre o disco vertebral. Sob condições de pressão intensa, o processo de recuperação pode ser superado pelo ritmo no qual ocorrem as fissuras, de forma que o dano ao anel fibroso gradualmente se acumule. Com a

degeneração do anel fibroso, ele se torna progressivamente mais fraco e vulnerável a lesões.

No caso de um prolapso de disco, o núcleo pulposo sofre extrusão para dentro do anel fibroso, tanto lateral quanto verticalmente. Um prolapso vertical é mais comum que um prolapso posterior e o resultado é a criação de uma saliência ântero-lateral no anel. Isto faz com que os corpos se inclinem para frente e pivoteiem sobre as articulações apofisárias, sobrecarregando as facetas (VERNON-ROBERTS, 1976). Um prolapso posterior ou póstero-lateral do disco para dentro do canal espinhal cria dor lombar e sintomas neurológicos. ADAMS et al. (1993) concluíram em seu estudo que grandes níveis de flexão do tronco facilitam o desenvolvimento de prolapsos, posteriormente, de discos intervertebrais da coluna lombar (hérnia de disco).

É comum que a degeneração do disco comece à medida que os músculos e ligamento posteriores vão relaxando, forçando uma compressão da porção anterior e uma tensão na porção posterior do disco. Segundo ADAMS (1980), um disco que sofreu leve degeneração também fica mais suscetível ao prolapso.

McGILL et al. (1996) relataram que não há diferenças estatísticas significativas da compressão dos discos intervertebrais quando comparados às atividades desenvolvidas em pé ou sentadas, sugerindo que em ambos os casos, as alterações ocorrem diretamente na coluna vertebral.

A etiologia da dor lombar não está claramente definida devido aos múltiplos fatores de risco associados com o distúrbio. Segundo HAMILL e KNUTZEN (1999), alguns desses fatores são o trabalho repetitivo, a inclinação e a torção do tronco, ações de empurrar e puxar, além de posturas de trabalho estáticas ou sentadas.

ADAMS et al (2001) descreveram o alto risco de lesões lombares relacionadas ao trabalho devido ao manuseio de cargas sob uma postura assimétrica, envolvendo a rotação de tronco. Relataram também a importância de se mensurar como diferentes técnicas de manuseio de cargas podem ajudar a diminuir os riscos de lesões ocupacionais.

Modelos biomecânicos são representações de fenômenos complexos em que se reduz a complexidade para aumentar o conhecimento, mesmo que essas representações requeiram simplificações grosseiras e algumas suposições. Ao se comparar o comportamento de um modelo com a situação real, obtém-se uma visão de como funcionam os seus componentes e como são coordenados para atingir os resultados desejados (CHAFFIN et al., 2001).

Vários foram os estudos que propuseram modelos para análise biomecânica da coluna vertebral. MORRIS et al. (1961) apud CHAFFIN et al. (2001) propuseram um modelo estático simples no plano sagital da coluna lombar durante o levantamento de cargas o qual pressupõe-se que dois tipos de forças internas agem para resistir ao momento de carga externo. Testes biomecânicos realizados em segmentos da coluna dorsal de cadáveres mostraram que as forças de compressão estimadas pelo modelo de MORRIS et al. de levantamento foram suficientes para criar microfraturas das cartilagens localizadas entre os corpos vertebrais dos discos intervertebrais (ARMSTRONG, 1965; MORRIS et al., 1961; SONODA, 1962; apud CHAFFIN et al., 2001). Dados estatísticos mostraram que entre 85 e 95% de todas as herniações discais acontecem com frequência relativamente igual nos níveis vertebrais L4/L5 e L5/S1, uma vez que o disco L5/S1 recebe o maior momento nas atividades de levantamento de cargas, pois em geral, tem o maior braço de alavanca em relação a qualquer carga nas mãos, sendo portanto, escolhido para representar

os estresses lombares durante essas atividades (KRUSSEN et al., 1965; SMITH et al., 1944; ARMSTRONG, 1965; apud CHAFFIN et al., 2001).

TICHAUER (1971) propõe que o momento de carga em torno do disco lombossacro L5/S1 deveria ser utilizado como a base para estabelecer limites para o levantamento e carregamento de cargas de vários tamanhos evitando a fadiga no grupo muscular extensor lombar. Da mesma forma, JÄRGER e LUTTMANN (1992), desenvolveram estudos envolvendo a rotação, a flexão e a inclinação lateral do tronco, e investigaram o manuseio de cargas (0 a 40Kg) com ambas as mãos e seu efeito sobre a coluna lombar. Os resultados também indicaram índices de compressão sobre L5-S1 maiores do que quando comparados à condição simétrica.

WATERS et al. (1993), citam o *National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH (Instituto Norte Americano de Saúde Ocupacional) que recomendou que os valores sobre L5/S1 acima de 3400 N fossem considerados como sobrecargas de risco. Apesar de não haver consenso sobre esta sugestão, este mesmo autor afirma que a maioria dos especialistas concorda que o limite inferior do NIOSH (3400 N) seja um limite de segurança para a maioria dos trabalhadores do sexo masculino e para 75% das trabalhadoras do sexo feminino em atividades de levantamento de cargas ocasionais.

NUSSBAUM et al. (1998) utilizando um modelo eletromiográfico das ações musculares do tronco para estudar estas atividades concluíram que, em movimentos onde havia picos de força manual, necessários para acelerar e desacelerar cargas de grande peso que estivessem suspensas, resultavam em aumento do antagonismo dos músculos do tronco e em forças de compressão vertebral de picos freqüentemente equivalentes para os esforços de puxar e de empurrar.

Demonstraram também que estes picos de força quando realizados de forma a causar a torção do tronco, resultavam em um antagonismo ainda maior.

CHAFFIN et al. (2001) citam um estudo de força exercida apenas com uma das mãos na posição sentada realizado por ROHMERT em 1966, no qual a força da mão direita de cinco indivíduos saudáveis em várias posições, demonstrou que a complexidade dos esforços assimétricos com diferentes posturas e sentidos das forças interagiram-se para criar uma grande variação dos valores médios de força (de até cinco vezes).

Considerando-se resultados obtidos através de modelos biomecânicos e de estudos experimentais de força, CHAFFIN et al. (2001) recomendam que o manuseio de cargas seja feito de forma simétrica. Infelizmente são poucos estudos sobre o manuseio assimétrico de cargas, por causa da complexidade biomecânica e dos experimentos associados à análise tridimensional das forças. Esta assimetria também influencia na aplicação da força e pode resultar em pouca estabilidade postural. KELSEY et al. (1984), também mostraram um aumento no risco de dor lombar associado a esses tipos de esforços.

O carregamento de cargas em posição assimétrica também foi estudado por GARG e BARDGER (1986). Estes autores concluíram que deveria haver uma redução de 22% da massa da carga a ser transportada em assimetria quando comparada ao transporte da mesma carga na transportada de forma simétrica. MARRAS et al. (1995) e MCGILL (1992), concluíram que torcer o tronco durante o levantamento de uma carga aumenta imensamente as forças de compressão vertebrais se comparado com as forças estimadas em levantamentos lentos e simétricos. MACINTOSH et al. (1993) mostraram que quando o tronco está próximo da flexão máxima, apesar de a tensão ativa dos músculos extensores posteriores

estar reduzida, a tensão passiva é bastante elevada e combinada com os ligamentos posteriores para produzir uma capacidade de momento de flexão considerável.

WARWICK et al. (1980) compararam a força estática assimétrica empregada por 29 pessoas do sexo masculino e verificou que estas atividades resultaram em redução da força aplicada (cerca de 20 a 26%) quando comparado com a aplicação da força em uma postura simétrica. Desta forma, os esforços assimétricos parecem ser mais prejudiciais para a coluna lombar do que os esforços simétricos. Da mesma forma, a realização de força é reduzida em tarefas de manuseio assimétrico de cargas, porém, com a exceção de valores incluídos no guia de levantamento do NIOSH, normas adicionais para a população são ainda escassas (KUMAR, 1980; KELSEY et al., 1984; MARRAS et al., 1993; MCGILL et al., 1996).

4 METODOLOGIA

4.1 SUJEITOS

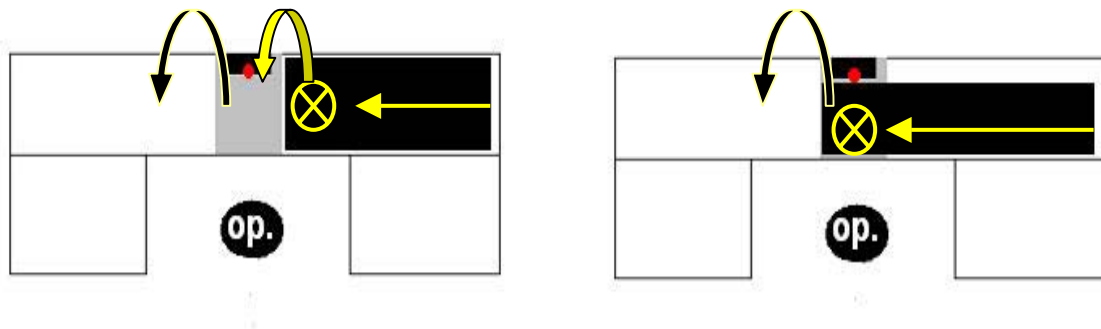
Participaram deste estudo oito funcionárias (média \pm desvio padrão; idade: $20,6 \pm 2,3$ anos; estatura: $1,63 \pm 0,06$ m; massa corporal: $56,6 \pm 4,0$ Kg) de dois supermercados de pequeno porte da cidade de Curitiba/PR. A participação dos sujeitos foi condicionada a disponibilidade que os supermercados nos quais as voluntárias trabalhavam propunham, visto que os testes foram feitos em horário comercial. Todas as voluntárias receberam uma explicação verbal sobre os procedimentos necessários durante a coleta de dados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes de iniciar os procedimentos experimentais (Anexo I). Nenhum dos sujeitos participantes do estudo possuía lombalgia ou qualquer outro problema postural conhecidos que pudesse afetar os resultados da pesquisa. Os participantes possuíam experiência média de $10,1 \pm 2,6$ meses na função (de 7,5 a 13 meses).

4.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os sujeitos compareceram a uma única sessão experimental, na qual realizaram a passagem de produtos de diferentes pesos em dois tipos de *checkouts* (usual e remodelado – vide Figura 6), após terem sido orientados e concordarem

com todo os procedimentos envolvidos no experimento. Ambos os *checkouts* possuíam a mesma altura (90cm) e o mesmo vão livre para permanência da operadora (100cm). A largura da esteira do *checkout* usual era um pouco mais larga (38cm) que a largura da esteira do *checkout* remodelado 32cm. Ambos os *checkouts* possuíam o mesmo comprimento. Entretanto, o comprimento da esteira do *checkout* usual era menor (110cm) que o comprimento da esteira do *checkout* remodelado (150cm) visto que esta levava os produto exatamente à frente da operadora.

FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS *CHECKOUTS* UTILIZADOS NO ESTUDO.



À esquerda, modelo de *checkout* usual. À direita, modelo de *checkout* remodelado.

- **op.** → Operador de caixa de supermercado
- → Esteira de transporte dos produtos
- •
 → Leitor óptico de código de barras
- ←
 → Sentido do transporte dos produtos pelas esteiras
- ⊗
 → Local onde o produto trazido pela esteira parava
- ↶
 → Manipulação do produto da esteira para a leitura óptica de código de barra
- ↷
 → Manipulação do produto para a área de embalagem

As massas dos produtos foram fixados em 200, 1000 e 5000 gramas a fim de representar a passagem dos produtos leves (por exemplo: enlatados, biscoitos, frios, condimentos, etc), médios (como por exemplo: feijão, sal, leite, sabão em pó, etc) e

pesados (como por exemplo: arroz, açúcar, farinha de trigo, etc). Os sujeitos realizaram movimentos semelhantes àqueles realizados nos postos de trabalho, utilizando-se produtos com mesmo formato e volume, os quais foram manipulados em uma ordem randômica. Para isto, foram utilizadas caixas de papelão (280 g/m²) contendo pedaços de papelão picado e placas de chumbo. Desta forma, foi possível controlar a massa dos produtos e manter seu volume constante. Visando identificar visualmente as três diferentes massas das caixas, cada uma foi envolta por fitas adesivas coloridas (amarelo, vermelho e azul).

A análise cinemática dos movimentos da coluna vertebral visou quantificar as variações angulares durante a simulação da atividade de um operador de caixa de supermercado em dois modelos de *checkout*. Os *checkouts* utilizados neste estudo (usual e modificado) foram semelhantes aos citados por BEARDMORE (1998). Conforme mostra a FIGURA 6, no *checkout* usual, os produtos foram transportados até o operador através de uma esteira. A esteira era provida de um sensor de presença que interrompia sua ação cerca de 30cm antes do produto atingir a linha média frontal da operadora. Desta forma, o produto a ser manipulado era posicionado na diagonal da operadora (aproximadamente 45°). Os produtos eram então manuseados e seu código de barras registrado através de um leitor ótico, localizado imediatamente à frente das operadoras. Não era necessário o ajuste do código de barras do produto para registra-lo visto que este era depositado sempre de uma única forma (com o código de barras para cima). A seguir, o produto era depositado na área de embalagem, localizada à esquerda da operadora.

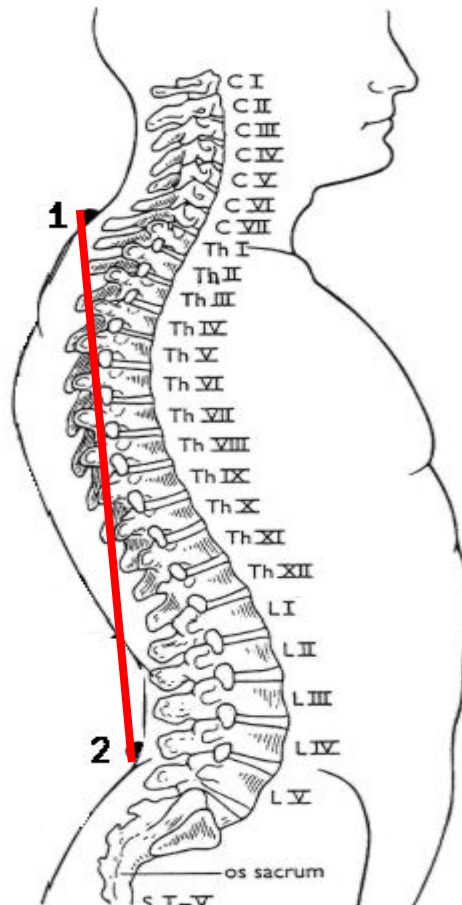
As tarefas realizadas no modelo modificado foram executadas no próprio *checkout* tradicional, que fora adaptado (FIGURA 6). Neste modelo remodelado, o sensor de presença da esteira interrompia o deslocamento do produto

imediatamente à frente da operadora, de forma que os produtos eram apanhados em sua linha média frontal. Assim, as operadoras apanhavam o produto e procediam a leitura do código de barras no leitor ótico, de maneira similar ao procedimento realizado no outro modelo de *checkout*. A atividade de manipular o produto a frente do leitor ótico e depositá-lo na área de embalagem foi similar em ambos os modelos de *checkout*.

Antes da coleta de dados, os sujeitos tiveram a oportunidade de realizar os movimentos de passagem dos produtos durante três minutos em cada condição do estudo. Este período permitiu que as operadoras se acostumassem ao mobiliário e às condições ambientais do experimento. Após o período de familiarização, foi efetuada a coleta de dados.

As alterações dos perfis da coluna vertebral em função dos modelos dos *checkouts* e dos pesos manipulados foram obtidas a partir de uma análise cinemática da tarefa. Para que os movimentos da coluna vertebral fossem capturados, um conjunto de marcas auto-adesivas (diâmetro = 15mm) foi colocado sobre a pele, de forma a coincidir com a proeminência dos processos espinhosos da sétima vértebra cervical (C7) e da quinta vértebra lombar (L5). Marcas posicionadas sobre os acrômios das escápulas e sobre as espinhas ilíacas póstero-superiores foram utilizadas para determinar a rotação entre ombros e quadris (SYCZEWSKA et al., 1999). Para que as marcas fossem visíveis durante a filmagem do experimento, foi solicitado às participantes que estivessem com vestimenta (“top”, “frente única”) que permitisse a visualização das marcas. O modelo da coluna vertebral pode ser visualizado na FIGURA 7. Todos os pontos anatômicos e marcas foram identificados e posicionados por um único experimentador.

FIGURA 7 - MODELO UTILIZADO PARA O POSICIONAMENTO DOS MARCADORES AUTO-ADESIVOS E DEFINIÇÃO DO SEGEMENTO DA COLUNA VERTEBRAL

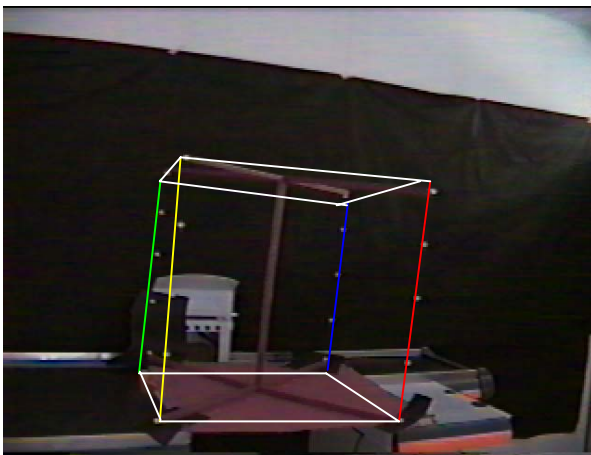


FONTE: Modificado de SYCZEWSKA et al., 1999.

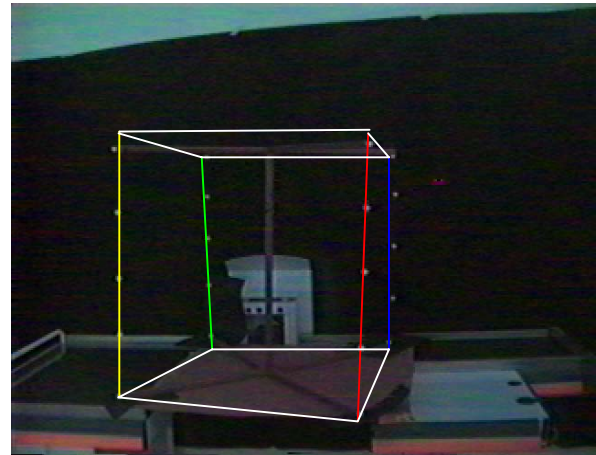
As imagens das marcas que representaram os pontos anatômicos acima descritos foram obtidas a partir da filmagem de duas câmeras (JVC GR-AX837 e JVC GR-SV33) que foram posicionadas a aproximadamente 2 metros dos sujeitos e operaram com uma frequência de 60Hz. O posicionamento das câmeras foi definido através dos testes-pilotos nos quais obtiveram-se planos de imagem onde todos os pontos anatômicos eram visualizados por ambas as câmeras durante todo o ciclo de

atividade. As imagens foram capturadas em uma fita VHS e digitalizadas através de uma placa conversora analógico-digital (Pinnacle Linx, Pinnacle Systems®) e armazenadas em um microcomputador. O processo de conversão analógico-digital reduziu a frequência de aquisição dos dados para 30Hz. A sincronização das câmeras foi feita através de um sinal luminoso comum, colocado no campo visual de ambas as câmeras. Assim, o sinal luminoso serviu como referencia para câmeras distintas. O local de execução dos movimentos foi calibrado por meio de um cubo (80 x 80 x 80 cm) com um conjunto de 20 pequenas esferas (diâmetro = 15 mm) presas em um fio de nylon (FIGURA 8). A FIGURA 9 mostra esquematicamente a disposição das câmeras durante a realização do estudo.

FIGURA 8 - CALIBRADOR UTILIZADO NO ESTUDO, SENDO COMPOSTO POR UM CUBO DE 80 x 80 x 80 CENTÍMETROS. VISÃO DA CÂMERA FILMADORA DA ESQUERDA E DA CÂMERA FILMADORA DA DIREITA.



Câmera Filmadora à Esquerda



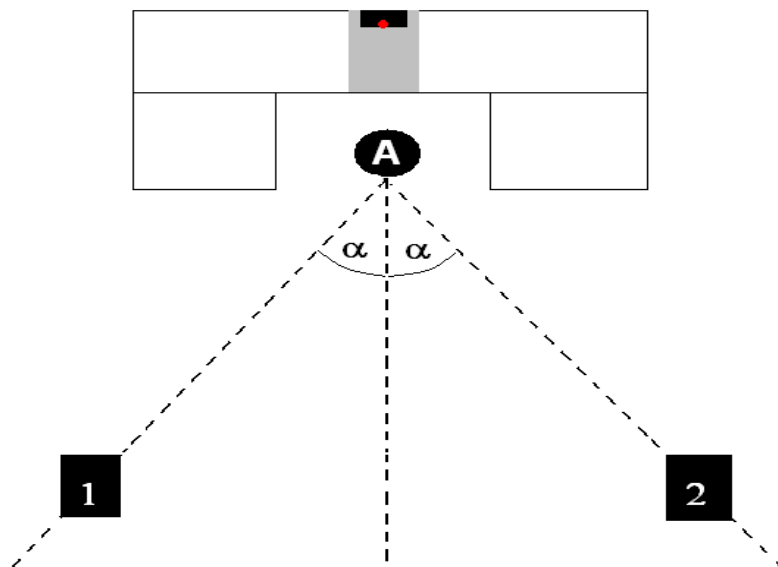
Câmera Filmadora à Direita

As arestas coloridas são formadas a partir do alinhamento das esferas de isopor; As arestas brancas são formadas a partir da união das extremidades das arestas coloridas, formando-se o cubo de 80x80x80cm.

As imagens foram analisadas através do software SIMI Motion, versão 6.0 (SIMI Reality Motion Systems®), que forneceu as coordenadas cartesianas dos

pontos demarcados sobre a coluna vertebral que permitiu a reconstrução do movimento em três dimensões. As coordenadas foram filtradas através de um filtro tipo Low-pass Buterworth de 4ª ordem (HONG e BRUEGGMANN 2000), com uma frequência de 7 Hz e utilizadas para reconstruir os movimentos da coluna vertebral nos planos sagital e frontal e a relação ombros/quadris no plano transverso.

FIGURA 9 - ESQUEMA DA DISPOSIÇÃO DAS CÂMERAS EM RELAÇÃO À ESTAÇÃO DE TRABALHO E AO OPERADOR DE *CHECKOUT*.



A: Operadora de *checkout*;

α : Ângulo entre o eixo longitudinal da operadora de *checkout* e o eixo entre esta e as filmadoras;

1: Filmadora posicionada posteriormente à esquerda da operadora de *checkout*;

2: Filmadora posicionada posteriormente à direita da operadora de *checkout*.

A análise cinemática empregada neste estudo é semelhante aos trabalhos de SYCZEWSKA et al. (1999), VACHERON et al. (1999), FRIGO et al. (2003) e FOWLER et al., (in press) - os quais avaliaram os movimentos de segmentos da coluna vertebral e do tronco. A utilização de marcas cutâneas para determinar a

movimentação de pontos anatômicos constitui um método não invasivo para avaliar os movimentos do tronco humano.

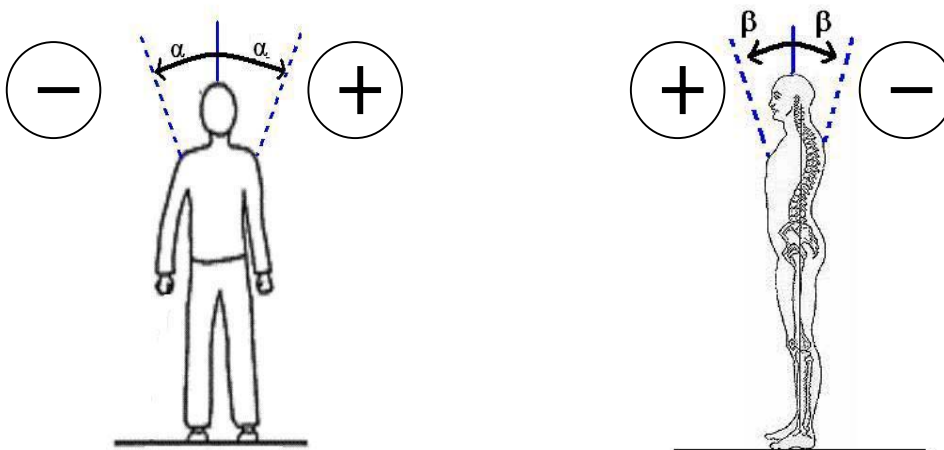
4.3 VARIÁVEIS DO ESTUDO

Os deslocamentos da coluna vertebral nos planos sagital e frontal foram definidos pelo deslocamento do segmento de reta formado entre os pontos de C7 e L5 em relação à vertical. No plano sagital os deslocamentos do segmento de reta entre C7-L5 caracterizaram os movimentos de flexão e extensão da coluna vertebral, de forma que valores angulares positivos indicam flexão enquanto que valores angulares negativos indicam extensão da coluna vertebral (FIGURA 10). No plano frontal, o deslocamento do segmento de reta entre C7-L5 caracterizou os movimentos de inclinação lateral da coluna vertebral em relação à vertical. Valores angulares positivos indicam inclinação lateral à esquerda, enquanto que valores angulares negativos indicam inclinação lateral à direita do segmento C7-L5.

Os movimentos da coluna no plano transversal foram quantificados pela relação angular entre os segmentos de reta definidos pelos acrômios e pelas espinhas ílfacas pósterio-superiores (FIGURA 11). Desta forma, foi possível quantificar a rotação imposta sobre a coluna vertebral durante a realização da tarefa em cada modelo de *checkout*. A amplitude da rotação para a direita da coluna vertebral foi calculada a partir da posição inicial dos sujeitos até o instante que estes realizavam a pega do produto. A amplitude de rotação da coluna vertebral para a esquerda teve como ponto inicial de cálculo o instante de registro do produto,

extendendo-se até o instante que os sujeitos depositavam-los na área de embalagem.

FIGURA 10 – MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL ANALISADOS NO PLANO FRONTAL E SAGITAL, RESPECTIVAMENTE.

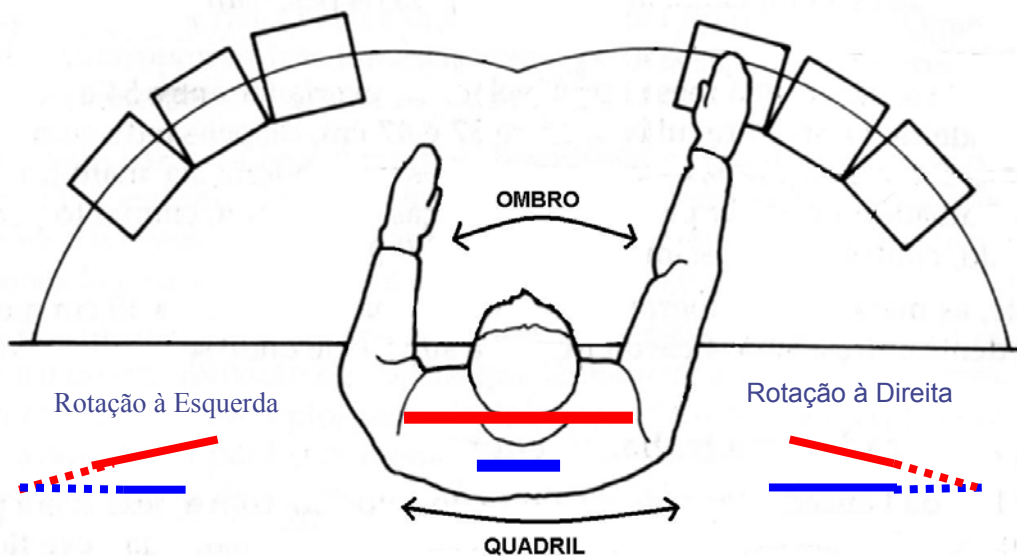


α : movimentação da coluna vertebral sobre o plano frontal, caracterizando movimentos para a esquerda (positivo) e direita (negativo); β : movimentação da coluna vertebral sobre o plano sagital, caracterizando movimentos de flexão (positivo) e extensão (negativo).

O início do ciclo do movimento foi definido como o instante em que a operadora saía de sua postura inicial (primeiro movimento detectável do tronco) para alcançar o produto. O término do movimento foi definido como o instante em que a mão da operadora perdia contato com o produto durante sua deposição na área de embalagem. Foram filmados três movimentos em cada condição experimental (manipulação de produtos de 200, 1000 e 5000 g para cada modelo de *checkout* - usual e remodelado), que ao total, perfizeram dezoito movimentos de cada sujeito. Para que os três movimentos pudessem ser reduzidos a um único movimento representativo (média), um procedimento de normalização foi aplicado. Este

procedimento possibilitou que cada ciclo de movimento fosse expresso por uma série de dados formada por 100 pontos, ou seja, o primeiro movimento detectável do tronco da operadora correspondeu a 0% e o instante em que a mão da operadora perdia contato com o produto durante sua deposição na área de embalagem correspondeu a 100% do movimento.

FIGURA 11 - DETERMINAÇÃO DO MOVIMENTO DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL ATRAVÉS DA RELAÇÃO ENTRE OMBRO E QUADRIL



4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Procedimentos estatísticos descritivos de praxe (média e erro padrão) foram aplicados em todas as variáveis do estudo. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para determinar a normalidade dos dados. As variáveis que atenderam aos

critérios de normalidade (flexão/extensão e inclinação do tronco) foram analisadas por meio de uma Análise da Variância para dois fatores (ANOVA TWO WAY; 2 tipos de *checkout* e 3 pesos do produto). O teste de Tuckey foi utilizado para determinar onde tais diferenças ocorreram.

As variáveis do estudo que não atenderam aos critérios de normalidade (rotação do tronco) foram analisadas por meio do teste de Kruskal-Wallis. O teste de Chi-quadrado foi aplicado para determinar as condições onde tais diferenças foram identificadas para a rotação do tronco.

5 RESULTADOS

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O tempo para a realização da tarefa proposta neste teste foi sempre menor no *checkout* remodelado que no *checkout* usual (TABELA 1). A manipulação de produtos mais leves teve uma redução de aproximadamente 13% do tempo para execução da tarefa. Da mesma forma, observou-se reduções no tempo para a execução da tarefa no *checkout* remodelado em relação ao *checkout* usual com produtos intermediários (11%) e produtos mais pesados (13%).

TABELA 1 – MÉDIA DOS TEMPOS DE REALIZAÇÃO DA TAREFA CONFORME O MODELO DE *CHECKOUT* E A MASSA DO PRODUTO MANIPULADO.

Massa do produto	Checkout usual (tempo - s)	Checkout remodelado (tempo - s)
200 g	3,4 + - 0,4	3,0 + - 0,2
1000 g	3,9 + - 0,3	3,5 + - 0,3
5000 g	4,3 + - 0,2	3,8 + - 0,2

A análise cinemática dos perfis da coluna vertebral dos operadores de caixa de supermercado durante a manipulação de produtos de 200, 1000 e 5000 g, em função do tipo de *checkout*, será apresentada seqüencialmente nos planos sagital, frontal e transversal. Os valores angulares dos movimentos da coluna vertebral em

função do peso dos produtos manipulados em cada um dos *checkouts* serão apresentados em cada um dos planos de movimento analisados.

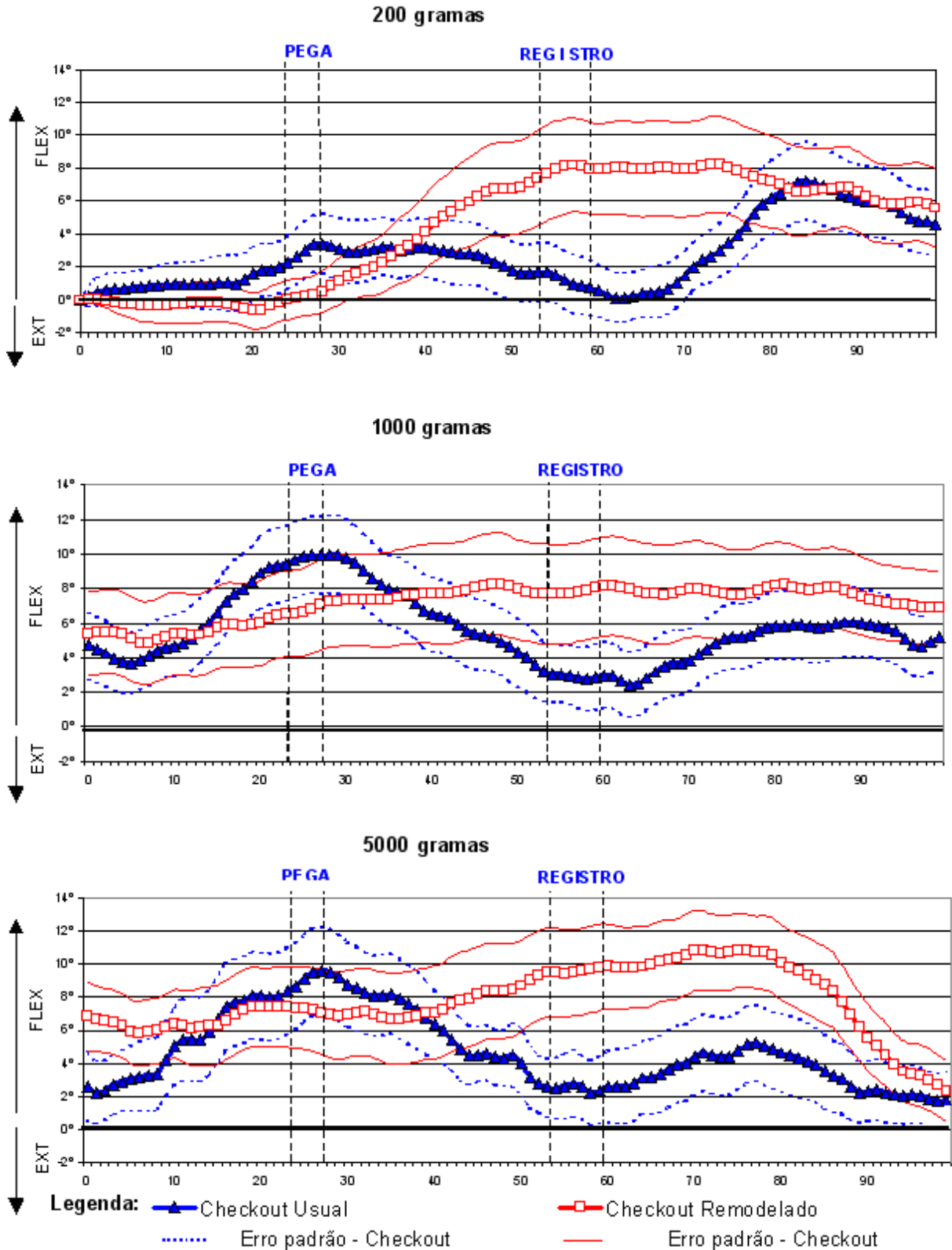
5.2 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL

Os movimentos da coluna vertebral no plano sagital foram determinados pelo deslocamento angular do segmento C7-L5 e encontram-se descritos na FIGURA 12.

Os movimentos da coluna vertebral no plano sagital, realizados nos *checkouts* usual e remodelado, não diferiram durante o instante de pega dos produtos ($p > 0,05$). Entretanto, foram detectadas diferenças ($p < 0,05$) durante o instante de registro dos produtos, encontrando-se maior flexão da coluna vertebral no *checkout* remodelado quando comparado ao *checkout* usual.

Os movimentos da coluna vertebral no plano sagital em função da massa dos produtos manipulados foram discrepantes ($p < 0,05$) durante o instante da pega. Tais discrepâncias foram observadas na manipulação de cargas de 200 g em relação a manipulação de cargas de 1000 e 5000 g, independentemente do modelo de *checkout* utilizado. Durante o instante de registro dos produtos, não foram detectadas diferenças no movimento anterior da coluna vertebral ($p > 0,05$) em função do peso dos produtos manipulados em nenhum dos modelos de *checkouts*.

FIGURA 12 - MÉDIA AGRUPADA DO DESLOCAMENTO ANGULAR DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL DURANTE A MANIPULAÇÃO DE PRODUTOS DE 200, 1000 E 5000 GRAMAS EM *CHECKOUT* USUAL E REMODELADO.



5.3 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL

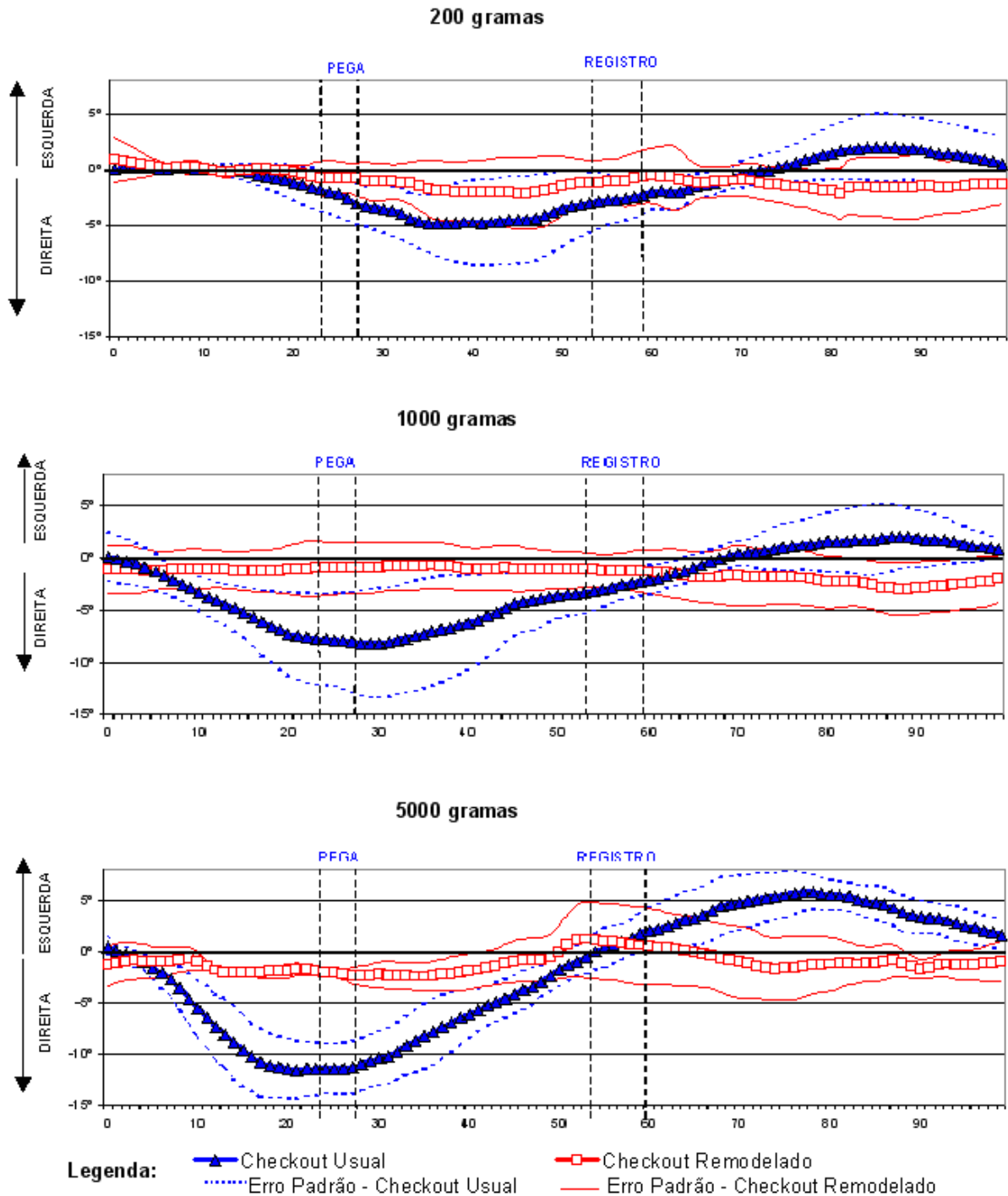
Os movimentos da coluna vertebral no plano frontal foram determinados pelo deslocamento angular do segmento C7-L5 e encontram-se descritos na FIGURA 13.

Os movimentos de inclinação lateral da coluna vertebral no plano frontal durante os instantes de pega e registro dos produtos de 200 g não diferiram ($p>0,05$) entre os modelos de *checkout*. Todavia, maior inclinação lateral do tronco à direita ($p<0,05$) foi detectada no *checkout* usual em relação ao *checkout* remodelado no instante de pega dos produtos de 1000 e 5000 g. Não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) na inclinação lateral do tronco durante o instante de registro dos produtos de 1000 e 5000 g entre os modelos de *checkout* usual e remodelado, utilizados neste estudo.

Os movimentos laterais da coluna vertebral das operadoras de caixa de supermercado em função da massa dos produtos analisados não apresentaram diferenças discrepantes ($p>0,05$) durante os instantes de pega e registro realizados no *checkout* remodelado.

A inclinação lateral do tronco durante o instante da pega dos produtos de 200g diferiu ($p<0,05$) da inclinação observada no modelo de *checkout* usual para os produtos de 5000g. Não foram encontradas diferenças na inclinação lateral da coluna vertebral durante o instante de pega entre os produtos com massa de 200 e 1000 g ($p>0,05$) e de 1000 e 5000 g ($p>0,05$). Também não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) durante o instante de registro em nenhum dos produtos analisados.

FIGURA 13 - MÉDIA AGRUPADA DO DESLOCAMENTO ANGULAR DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL DURANTE A MANIPULAÇÃO DE PRODUTOS DE 200, 1000 E 5000 GRAMAS EM *CHECKOUT* USUAL E REMODELADO.



5.4. MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO TRANVERSO

A amplitude da rotação da coluna vertebral das operadoras de caixa de supermercado no plano transversal para a direita e esquerda, encontram-se descritas nas TABELAS 2 e 3, respectivamente.

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA AMPLITUDE DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL À DIREITA¹ EM *CHECKOUT* USUAL E MODIFICADO

Cargas (g)	<i>Checkout</i> Usual (graus)	<i>Checkout</i> Remodelado (graus)
200	3,9° ± 3,7°	2,2° ± 2,4°
1000	3,7° ± 3,5°	0,1° ± 2,9°
5000	2,2° ± 2,4°	1,4° ± 2,5°

¹ A amplitude de rotação da coluna vertebral das operadoras à direita foi calculada a partir da posição neutra assumida por cada operadora, interpretada como sendo 0° e o instante da pega dos produtos que seriam manipulados e registrados no leitor de código de barras.

Os resultados não evidenciaram diferenças ($p > 0,05$) entre o movimento de rotação da coluna vertebral nos instantes de pega e deposição dos produtos entre os *checkouts* usual e remodelado, tanto durante a rotação para a esquerda quanto para a direita. Da mesma forma, não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) no movimento de rotação da coluna vertebral das operadoras participantes do estudo em função da massa dos produtos manipulados (200, 1000 e 5000 g) em ambos os modelos de *checkouts* analisados em qualquer sentido de rotação da coluna vertebral.

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DE AMPLITUDE DE ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL À ESQUERDA² EM *CHECKOUT* USUAL E MODIFICADO

Cargas (g)	<i>Checkout</i> Usual (graus)	<i>Checkout</i> Remodelado (graus)
200	14,7° ± 6,4°	9,2° ± 3,8°
1000	15° ± 7,7°	15,8° ± 4,5°
5000	15,5° ± 7,1°	15,3° ± 4,3°

²A amplitude de rotação da coluna vertebral das operadoras à esquerda foi calculada a partir da posição neutra assumida por cada operadora durante o instante de registro do produto no leitor de código de barras, interpretada como sendo 0° e o instante da deposição dos mesmos na área de embalagem.

Os altos valores do desvio-padrão das médias das amplitudes de rotação da coluna vertebral à direita e à esquerda devem-se provavelmente a ausência de padronização dos movimentos. Desta forma, pode-se encontrar operadoras que manipulem produtos leves, intermediários ou pesados com muita ou pouca rotação de tronco. Entretanto é possível observar em todos os casos uma maior inclinação à direita, para pegar o produto a ser registrado, do que à esquerda, para depositar o produto na área de embalagem.

6 DISCUSSÃO

Todas as participantes deste estudo já apresentavam certa experiência na execução da atividade do operador de caixa de supermercado. A distribuição da estatura das operadoras participantes deste experimento não foi discrepante daquela reportada para as médias populacionais brasileiras (IIDA, 2001). A postura em pé foi escolhida por representar a posição predominante dos operadores.

6.1 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO SAGITAL

Os movimentos da coluna vertebral sobre o plano sagital em função dos modelos de *checkout* estudados (usual e remodelado) apresentaram diferenças durante o instante de registro dos produtos no leitor de código de barras. Os movimento de flexão da coluna vertebral das operadoras sofreram alterações em função das massas dos produtos manipulados. Em particular, os produtos mais leves (200g) diferiram dos mais pesados (5000g), independentemente do modelo de *checkout* analisado.

As amplitudes de flexão dos movimentos da coluna vertebral no *checkout* usual foram muito pequenas e próximas da postura ereta durante o manuseio dos produtos de 200g tanto no instante de pega quanto no instante do registro. Provavelmente, a manutenção de uma postura próxima à postura ereta na manipulação dos produtos mais leves foi possível devido a não exigência de um grande esforço das operadoras que puderam, portanto, executar a tarefa preponderantemente com membros superiores. O grande volume de produtos de

pequena massa comercializado pelos supermercados contribui para um elevado número de flexões e abduções conjugadas dos membros superiores (VIEIRA e MORELLI, 2000). Tais achados podem explicar, parcialmente, diversos achados epidemiológicos que reportam grande incidência de patologias músculo-articulares na região do pescoço, ombro, cotovelo e punho (LEHMAN, PSIHOGIOS e MEULENBROEK, 2001). Outras tarefas realizadas por estes trabalhadores também não podem ser descartadas na análise dos fatores associados aos problemas dos membros superiores, como por exemplo: a digitação dos códigos dos produtos, o empacotamento, etc.

No *checkout* remodelado, a pega dos produtos foi realizada de forma similar àquela utilizada no *checkout* usual. Não existem argumentos aparentes para explicar a maior flexão do tronco observada durante o instante de registro dos produtos de 200g no *checkout* remodelado.

O manuseio dos produtos mais pesados (1000 e 5000g) durante o instante de pega exigiu um esforço maior das operadoras que não puderam efetuar a tarefa apenas com a ação dos membros superiores. Assim, a manipulação de produtos mais pesados foi executada com uma maior flexão do tronco, independente do tipo de *checkout* utilizado. Esta maior flexão do tronco pode ser considerada como uma estratégia pela qual as operadoras reduzem a utilização dos membros superiores que estariam sujeitos a uma tarefa exaustiva e potencialmente lesiva. A utilização de movimentos de tronco pode constituir uma ação efetiva para reduzir o número de lesões dos membros superiores durante o levantamento de cargas mais pesadas. A maior ativação dos músculos paravertebrais para manter a postura ereta durante a sustentação de produtos pesados pode levar ao aparecimento de fadiga e desconforto (GRANATA, RODGERS e MOORHOUSE, in press). Desta forma, a

flexão do tronco em conjunto com a ação dos membros superiores pode ser interpretada como uma forma de aproximar o objeto em relação ao corpo dos sujeitos e consiste numa forma de reduzir fadiga para a execução da tarefa.

Observou-se que os movimento de flexão do tronco no *checkout* remodelado durante a manipulação de produtos intermediários e pesados (1000 e 5000g, respectivamente) foram sustentadas durante quase toda a execução da tarefa (vide Figura 12). A manutenção da flexão do tronco (entre 6 e 8°) ocorreu devido a um aumento na velocidade com que os operadores puderam registrar os produtos. A posição na qual os operadores apanharam os produtos no modelo remodelado (mais próximas do operador) possibilitou que os sujeitos pudessem manipulá-los de forma mais rápida. A maior rapidez da tarefa induziu os sujeitos a manter uma posição mais flexionada ao longo de toda a tarefa, visto que um novo produto era disponibilizado antes que a operadora pudesse retornar a posição inicial (postura ereta). Ainda que tal fator represente um benefício em relação à execução da tarefa, o aumento no ritmo do trabalho pode representar um risco aos operadores deste tipo de *checkout*. Outros estudos que analisem estes riscos devem ser conduzidos.

Os perfis dos movimentos da coluna vertebral no plano sagital demonstraram picos médios que variaram entre 8 e 13° após o registro dos produtos. Esses picos médios também foram influenciados pelo peso dos produtos, de forma que os picos mais elevados ocorreram com produtos mais pesados e os picos mais baixos ocorreram com produtos mais leves. Alguns estudos (MCATAMNEY e CORLETT, 1984; DAVIS et al., 1998) têm demonstrado que movimentos de flexão similares aos observados no presente estudo não são suficientes para produzir forças compressivas sobre os discos intervertebrais que possam oferecer riscos de lesão acentuados. Entretanto, tais estudos foram invariavelmente realizados com um ou

poucos movimentos, sendo o efeito prolongado da jornada de trabalho desconsiderado. As inúmeras ações de flexão da coluna vertebral realizadas cumulativamente ao longo da jornada de trabalho podem ser um fator determinante no aparecimento de certos problemas na coluna vertebral de ordem músculo-esquelética (LEHMAN, PSIHOGIOS e MEULENBROEK, 2001) ou até mesmo de herniações discais (CALLAGHAN e MCGILL, 2001). Condições de trabalho sob fadiga são conhecidas como predisponentes ao aparecimento de condições de desconforto e dor, que podem levar a quadros incapacitantes (BAÚ, 2002).

A maior amplitude de movimento da coluna vertebral necessária para a manipulação de produtos intermediários e pesados observadas no modelo usual de *checkout* podem representar um aumento na sobrecarga aplicada sobre os discos intervertebrais. A inclinação anterior do tronco aumenta a transferência de carga sobre a coluna lombar causada pelo peso da parte superior do corpo e aumenta a pressão interna do disco intervertebral (CHAFFIN et al., 2001). Desta forma, a manipulação de produtos relativamente pesados pode ser potencializado em função do elevado número de ciclos de passagem de produtos repetidos durante a jornada de trabalho.

A flexão do tronco observada em ambos os modelos de *checkouts* durante o registro do produto no leitor óptico indica que a alteração da organização da tarefa se faz necessária. Uma solução seria a utilização de um leitor óptico portátil e leve acoplado a uma das mãos do operador com seus ajustes personalizados. Desta forma, o operador manipularia o leitor ao invés do produto. Um dos benefícios desta opção está na possibilidade de trocar o equipamento de mão, dividindo a tarefa entre os segmentos durante a jornada de trabalho. Outra solução seria a implantação de um sistema de leitura do código de barras através de leitores que

permitam que o produto seja registrado por dois leitores óticos (sistema bi-óptico). Neste sistema, a manipulação dos produto à frente do leitor é reduzida e permite que a atividade muscular de membros superiores e da região dorsal também seja menor quando comparado aos modelos de um único leitor. Tais estratégias poderiam reduzir as queixas de desconforto e dor destas regiões do corpo (LEHMAN et al., 2001).

Em média, os movimentos de flexão da coluna vertebral foram relativamente proporcionais à magnitude da massa dos produtos manipulados, onde as menores alterações ocorreram nas tarefas que envolveram pesos leves e as maiores alterações ocorreram nas tarefas que envolveram produtos mais pesados.

Portanto, rejeita-se a Hipótese H_1 que afirmava que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano sagital dos operadores de *checkout* seria influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* (usual e remodelado) em qualquer instante de análise. Entretanto, aceita-se a Hipótese H_5 , que afirma que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano sagital dos operadores de *checkout* é influenciada pelas diferentes massas dos produtos manipulados durante os instantes de pega e registro.

6.2 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO FRONTAL

Os movimentos da coluna vertebral das operadoras de *checkout* no plano frontal em função dos modelos de *checkout* apresentaram diferenças significativas somente durante os instantes de pega dos produtos de massa de 1000 e 5000g. No instante de registro, não foram detectadas diferenças significativas entre os

checkouts. Quando apenas o peso dos produtos foi levado em consideração, diferenças significativas foram detectadas apenas durante a manipulação de produtos de 200 e 5000g, no *checkout* usual.

A inexistência de diferenças entre os modelos de *checkout* durante a fase de registro pode ter ocorrido pela localização similar do leitor óptico e da área de embalagem, que foram mantidas constantes em ambos os modelos do posto de trabalho.

As diferenças na inclinação lateral do tronco durante a operação do modelo remodelado podem ser explicadas pelas alterações impostas sobre a esteira do *checkout*. No modelo remodelado, o produto era manipulado à frente das operadoras, que não necessitavam realizar movimentos acentuados de inclinação do tronco para apanhar os produtos na esteira. Desta forma, os movimentos de inclinação lateral do tronco foram significativamente reduzidos. A redução da inclinação do tronco tem sido enfatizada como uma medida necessária para redução dos riscos de lesão na coluna vertebral (CHAFFIN et al., 2001). A inclinação lateral do tronco aumenta o estresse dos ligamentos paravertebrais e impõem estresses potencialmente prejudiciais aos discos intervertebrais (HAMIL e KNUTZEN, 1999). Tais riscos são ainda mais acentuados quando os movimentos de inclinação são associados a movimentos de flexão do tronco. O presente estudo evidencia que a combinação de ambos os movimentos (flexão e inclinação lateral do tronco) esteve presente durante quase todas as análises no modelo usual de *checkout*. Desta forma, a redução na inclinação lateral do tronco durante a pega dos produtos deve ser vista como um aspecto positivo associado ao modelo remodelado de *checkout*, principalmente quando os operadores manipulam produtos intermediários e pesados (1000 e 5000 g, respectivamente).

A inclinação lateral do tronco foi pequena durante a passagem de produtos leves em ambos os modelos de *checkout*. Nesta condição, os movimentos dos membros superiores também contribuíram de maneira importante para a redução dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal.

A freqüente inclinação lateral do tronco pode desencadear encurtamentos dos tecidos periarticulares (músculos, ligamentos e fâscias) do lado em que a inclinação é realizada. Por outro lado, pode induzir a um alongamento e enfraquecimento destes tecidos do lado contrário. A combinação destes fatores pode levar ao surgimento de problemas posturais importantes no plano frontal, tais como a escoliose (KENDALL, McCREARY e PROVANCE, 1995). A menor inclinação lateral do tronco detectada durante a pega dos produtos intermediários e pesados, indica que o *checkout* remodelado apresenta um menor risco de desenvolvimento de escoliose quando comparado ao modelo usual. Algumas alterações na esteira do modelo remodelado podem prover reduções ainda maiores da inclinação lateral do tronco. A utilização de uma esteira contínua que levasse o produto até a frente do operador e posteriormente levasse o produto, após a passagem pelo leitor, até a área de embalagem poderia constituir uma solução atrativa. A possibilidade de reduzir os movimentos de inclinação para a deposição dos produtos na área de embalagem através de uma esteira contínua é promissora e precisa ser investigada.

Nesse sentido, alguns modelos de *checkout* que não possuem a área de embalagem no mesmo nível da bancada de trabalho podem favorecer o aparecimento de problemas posturais. Em alguns modelos de *checkout*, a embalagem dos produtos é feita diretamente em sacolas plásticas, que são presas a suportes giratórios que substituem a área de embalagem. Nestes modelos, os operadores podem ser induzidos a realizar uma inclinação lateral (em conjunto com

movimento de flexão) do tronco mais acentuada do que aquelas observadas no presente estudo. Os movimentos de flexão e inclinação lateral do tronco têm sido considerados como os movimentos potencialmente mais lesivos para a coluna vertebral (HAMIL e KNUTZEN, 1999). Análises quantitativas são necessárias para confirmar tais suposições. Estudos epidemiológicos (KELSEY et al., 1984; ANDERSSON, 1984) demonstraram que atividades onde movimentos do tronco são associados ao manuseio de cargas em assimetria são fatores importantes para o aparecimento de lombalgia. Infelizmente, estudos epidemiológicos que tenham analisado a incidência de desconforto e dores nas costas de operadores de caixa de supermercado em função dos modelos de *checkout* não são conhecidos.

Desta forma, a hipótese que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* durante o instante de pega do produto da esteira seria influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* foi aceita. Portanto aceita-se a Hipótese H₂. A hipótese H₃ que afirma que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* durante o instante de registro do produto da esteira não seria influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* também foi aceita.

A influência do peso dos produtos foi bastante marcada sobre a inclinação lateral do tronco no instante da pega. Os produtos mais pesados causaram inclinações laterais médias mais pronunciadas no *checkout* usual do que no outro modelo. Em média, as inclinações observadas durante a manipulação de produtos intermediários e pesados foram aproximadamente cinco vezes maiores do que aquelas observadas durante a manipulação de produtos leves (entre 0 e 2°).

As diferenças significativas encontradas no movimento de inclinação lateral da coluna vertebral no *checkout* usual no instante de pega entre produtos de 200 e

5000g não foram encontradas no modelo remodelado e sugere a adoção de uma postura de trabalho mais próxima à postura ereta, onde o risco de lesão é menor. Desta forma, a hipótese que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano frontal dos operadores de *checkout* é influenciada pelas diferentes massas dos produtos manipulados durante os instantes de pega e registro, foi confirmada. Assim, a Hipótese H₆ foi aceita.

6.3 MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL NO PLANO TRANSVERSO

A comparação da amplitude dos movimentos de rotação da coluna vertebral das operadoras não revelou diferenças entre os *checkouts* usual e modificado. Todavia, observou-se uma tendência de redução da rotação do tronco durante o instante de pega dos produtos no *checkout* remodelado quando comparado ao *checkout* usual. Além disto, os movimentos de rotação à esquerda (deposição dos produtos na área de embalagem) foram muito maiores (aproximadamente quatro vezes) do que aqueles executados à direita (pega), independente do modelo de *checkout*. A menor amplitude de rotação para a pega dos produtos pode ser explicada pela localização em que os produtos são posicionados pela esteira, que foi de aproximadamente 40 cm em relação à linha média dos sujeitos, no plano frontal. Tal posição facilitou a execução da tarefa, pois os sujeitos puderam apanhar os produtos sem movimentos pronunciados de rotação do tronco. Em ambos os modelos de *checkout*, os operadores foram capazes de alcançar os produtos (rotação à direita), com a movimentação predominante de membros superiores. Essa estratégia foi evidente nos produtos mais leves. Na manipulação de produtos

intermediários e pesados, observou-se que os sujeitos sempre realizavam a pega dos produtos com ambas as mãos. Além disto, os membros inferiores auxiliavam a execução da tarefa por meio de um pequeno passo lateral que permitiu os sujeitos girar o corpo como um segmento único. Tais ações não permitiram que diferenças significativas fossem detectadas nos movimentos analisados, visto que a rotação exercida não ocorreu exclusivamente na coluna vertebral. A estratégia de manipular produtos de massa intermediária e pesada com ambas as mãos caracteriza um forma de minimizar o risco de lesões na região dorsal (KELSEY et al., 1984; SANCHEZ e GRIEVE, 1992) e favorece a alternância postural durante a jornada de trabalho.

A amplitude dos movimentos de rotação do tronco à esquerda não diferiu entre os *checkouts* utilizados. Tal similaridade pode ser atribuída à semelhança no *design* dos *checkouts* em relação à área de embalagem e à semelhança dos movimentos efetuados após a leitura dos produtos. Os movimentos rotacionais do tronco têm sido descritos como mais prejudiciais à integridade da coluna vertebral que os movimentos de flexão e inclinação lateral (COOK e MCGILL, 2001). O risco de um prolapso do disco intervertebral é maior nestes movimentos assimétricos devido à diferença de tensão que ocorre nos discos intervertebrais. Em movimentos de rotação ocorre um aumento da tensão em parte das fibras do ânulo fibroso, enquanto outra parte das fibras do disco permanece frouxa (HAMIL e KNUTZEN, 1999).

Os movimentos rotacionais acentuados para um único lado (esquerda), à semelhança dos movimentos de inclinação lateral do tronco, são conhecidos fatores de risco para o desenvolvimento de problemas posturais e desconforto (KENDALL,

McCREARY e PROVANCE, 1995) e dor (NUSBAUM et al., 1998; CARNEIRO, 1997).

Vários estudos têm sugerido que as tarefas ocupacionais devem minimizar a quantidade de ações rotacionais sobre a coluna vertebral visto que podem aumentar as forças de compressão intervertebral (MARRAS e GRANATA, 1995). A utilização de uma esteira contínua que conduzisse os produtos do ponto de onde a leitura dos produtos é efetuada até a área de embalagem talvez pudesse reduzir esses movimentos indesejados e os respectivos riscos associados. Outros estudos que analisem essa alteração no posto de trabalho são necessários.

Portanto, rejeitam-se as Hipóteses H₄ e H₇ que afirmavam que a amplitude dos movimentos da coluna vertebral no plano transversal dos operadores de *checkout* seria influenciada pelos diferentes *designs* do *checkout* e pelas diferentes massas dos produtos manipulados.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou analisar as alterações dos perfis da coluna vertebral de operadores de caixa de supermercado que ocorrem em função do *design* do *checkout* e do peso dos produtos. As reduções na amplitude de inclinação lateral do tronco e na inclinação anterior do tronco levam a preservação das unidades articulares da coluna vertebral além do menor estresse gerado sobre as estruturas músculo-esqueléticas. Portanto, os resultados indicaram que os operadores possuem um menor risco de desenvolvimento de lesão no modelo remodelado de *checkout*, quando comparado ao modelo usual. Desta forma, sugere-se que o modelo remodelado seja preferido em relação ao modelo usual de *checkout*.

Os movimentos da coluna vertebral observados em cada modelo de *checkout* em função dos pesos dos produtos manipulados mostraram-se ser proporcionais. No *checkout* usual, quanto maior era a massa do produto, maior era a compensação empregada pela coluna vertebral para a realização da tarefa. Tal fato foi observado nos planos sagital e frontal, fosse em um instante de pega ou de registro de um produto. No *checkout* remodelado, não foi possível encontrar diferenças do movimento da coluna vertebral das operadoras entre a manipulação de produtos leves, intermediários e pesados nos planos sagital e frontal.

O plano transversal foi o único que não foram detectadas diferenças na movimentação da coluna vertebral, fosse comparando a manipulação de produtos de mesma massa entre os dois modelos de *checkout*, fosse comparando produtos de massas diferentes em cada modelo de *checkout*.

Desta forma, pode-se concluir que o modelo remodelado de *checkout* apresentou aspectos positivos para a realização da tarefa, diminuindo as inclinações laterais do tronco e reduzindo os movimentos de flexão e extensão do tronco. A redução do tempo necessário para realizar a mesma tarefa no *checkout* remodelado em relação ao *checkout* usual é um outro indicador de melhoria no posto de trabalho. Com isto, pôde-se criar uma estação de trabalho com menos riscos à coluna vertebral e que apresente maior produtividade.

Entretanto, não foram levadas em consideração interferências do meio na execução da tarefa. Sugere-se que outros estudos que considerem aspectos de fadiga ao final da jornada de trabalho e que, de preferência, atendam a um grupo de teste mais heterogêneo no que se refere à estatura dos participantes. Estudos que envolvam outras modificações no *checkout* e a utilização de uma esteira contínua são desejáveis. Estudos epidemiológicos que verifiquem o impacto dos diferentes *modelos* de *checkout* sobre dor, desconforto e modificações posturais em operadores de *checkout* são recomendáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. A. et al. **The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint.** Spine, v.5, p. 245–253, 1980.

ADAMS, M. A.; BENJAMIN, E.; DOLAN, P. **Diurnal changes in bending and compressive stresses acting on the lumbar spine.** Journal Bone of Joint Surgering, v. 75-B, SUPP, 1993.

ADAMS, M. A. et al. **An EMG technique for measuring spinal loading during asymmetric lifting.** Clinical Biomechanics, v. 16, n. 1, p. S17 - S24, 2001.

ARMSTRONG, J. R. Lumbar disc lesions. In CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

ANDERSSON, G. B. J. **Epidemiologic aspects of low back pain in industry.** Spine, v. 8, p. 851-856, 1984.

BAÚ, L.M.S. **Fisioterapia do Trabalho: ergonomia, legislação e reabilitação.** Curitiba: Clãdosilva, 2002.

BEARDMORE, D. **The Identification & Control of Musculoskeletal Risks To Supermarket Checkout Workers.** Dissertação de Mestrado, University of Salford, Manchester, England, 1998. Disponível em <<http://www.users.globalnet.co.uk/~davidjb/checkout1.htm>> Acesso em 11/2003.

BRASIL. Portaria n.º 98 de 7 de outubro de 2004. Divulgar para consulta pública a proposta de Anexo I da Norma Regulamentadora 17 (Trabalho em Checkouts e dos Operadores de Caixas de Supermercado. Diário Oficial da União, Brasília, 8 out. 2004. Disponível em:

<<http://www.mte.gov.br/empregador/segsau/legislacao/portarias/2004/conteudo/6037.asp>> Acesso em 22 out. 2004.

CABEÇAS, J.M., A adequação humana em postos de caixa de supermercado. In: SOCIEDADE PORTUGUESA DE MOTRICIDADE HUMANA. **Livro de comunicações do I Congresso Internacional de Motricidade Humana**, Almada: Instituto Piaget, 1999.

CALLAGHAN, J. P.; MCGILL, S. M. **Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force**. *Clinical Biomechanics*, v. 16, n. 1, p. 28-37, January, 2001.

CARNEIRO, S.R.M. **O Custo das LER**. *Revista Proteção*, Rio Grande do Sul, p. 74-77, out. 1997.

CHAVALITSAKULCHAI, P; SHAHNAVAZ, H. **Musculoskeletal disorders of female workers and ergonomics problems in five different industries fo a developing country**. *Journal of Human Ergology*, n. 22, p. 29-43, 1993.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

COOK, G.; MCGILL. **Spinal shrinkage during repetitive controlled torsional, flexion and lateral bend motion exertions**. *Ergonomics*, v. 44, n. 4, p. 373-381, 2001.

DAVIS, K.G; MARRAS, W. S; WATERS, T.R. **Evaluation of spinal loading during lowering and lifting**. *Clinical Biomechanics*, v. 13, n. 3, p. 141–152, 1998.

DI DIO, L. A. **Tratado de anatomia aplicada**, São Paulo: Póllus Editorial, 1999.

DI DIO, L. J. A. **Anatomia humana – série atlas visuais**. São Paulo: Ática, 2001.

DINIZ, C. A.; FERREIRA JR, M. **Prevalência de sintomas musculo-esqueléticos de operadores de *checkout* em supermercados**. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, n. 93/94, p. 75-91, dez, 1998.

FRIGO, C.; CARABALONA, R.; DALLA MURA, M.; NEGRINI, S. **The upper body segmental movements during walking by young females.** *Clinical Biomechanics*, n. 18, p. 419–425, 2003.

FOWLER, N.E., RODACKI, A.L.F.; RODACKI, C.L.N. **Changes in stature and spine kinematics during a loaded walking task.** *Gait and Posture*, in press.

GARDNER, E.; GRAY, D. J.; RAHILLY, O. R.: **Anatomia - Estudo regional do corpo humano.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

GARG, A.; BADGER, D. **Maximum acceptable weights and maximum voluntary isometric strengths for asymmetric lifting.** *Ergonomics*, n. 29, p. 879–892, 1986.

GRANATA, K. P.; ROGERS, E.; MOORHOUSE, K. **Effects of static flexion-relaxation on paraspinal reflex behavior.** *Spine*, in press.

HALL, S. **Biomecânica Básica.** 3. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1993

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano.** São Paulo: Manole, 1999.

HONG, Y.; BRUEGGEMANN, P. **Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill.** *Gait and Posture*, n. 11, p. 254-259, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia – Projeto e Produção.** 7. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

JÄRGER, M.; LUTTMANN, A. **The load on the lumbar spine during asymmetrical bi-manual materials handling.** *Ergonomics*, v. 35, n. 7/8, p. 783–805, 1992.

KENDALL, F. P.; McCREARY E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos – provas e funções**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1995.

KELSEY, J. L.; et al. **An epidemiologic study of lifting and twisting on the job and risk for acute prolapsed lumbar intervertebral disc**. Journal of Orthopediac Research. n. 2, p. 61-66, 1984.

KRAEMER, J.; KOLDITZ, D.; GOWIN, R. **Water and electrlyte content of human intervertebral discs under variable load**. Spine, n. 10, p. 69, 1985.

KRUSSEN, E.; ELLWOODD, C. M.; KOTTLE, E. J. Handbook of physical medicine and rehabilitation Philadelphia. In CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

KUMAR, S. **Physiological responses to weight lifting in different planes**. Ergonomics, v. 23, n. 10, p. 987-993, 1980.

LEHMAN, K.R.; PSIHOGIOS, J.P.; MEULENBROEK, R.G. Effects of sitting versus standing and scanner type on cashiers. **Ergonomics**, v. 44, n. 7, p. 719-738, 2001.

MACINTOSH, J. E.; BOGDUK, N.; PEARCY, M. J. **The effects of flexiona on the geometry and actions of the lumbar erector spinae**. Spine, v. 18, n. 7, p. 884-893, 1993.

MACKAY, C. et al. **Musculoskeletal Disorders in Supermarket Cashiers**. Sheffield, Inglaterra: HSE Books, 1998.

MARRAS, W. S.; LAVENDER, S. A. LEURGANS, S. E.; RAJULU, S. L.; ALLREAD, W. G.; FATHALLAH, F. A.; FERGUNSON, S. A. **The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disordes**. Spine, v. 18, n. 5, p. 617-628, 1993.

MARRAS, W. S.; GRANATA, K. P. **A biomechanical assessment and model of axial twisting in the thoracolumbar spine**. Spine, v. 20, n. 13, p. 1540-1451, 1995.

MCATAMNEY, L. CORLETT, E. G. **RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders.** Applied Ergonomics. n. 24, p. 91-99, 1993.

MCGILL, S. M. **A myoelectrically based dynamic three-dimensional model to predict loads on lumbar spine tissues during lateral bending.** Journal of Biomechanics, v. 25, n. 4, p. 395-414, 1992.

MCGILL, S. M.; NORMAN, R. W.; CHOLEWICKI, J. A. **Simple polynomial that predicts low back compression during complex 3 D tasks.** Ergonomics, v. 39, n. 9, p. 1107-1118, 1996.

MCGILL, S. M. et al. **Studies of spinal shrinkage to evaluate low-back loading in the workplace.** Ergonomics, v. 39, n. 1, p. 92-102, 1996.

MORRIS, J. M.; LUCAS, D. B.; BRESSLER, B. Role of trunk in stability of the spine. In: CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

NAKASEKO, M. et al. **History of occupational cervicobrachial disorder in Japan.** Journal of Human Ergology, n. 11, p. 7-16, 1982.

NUSSBAUM, M. A.; CHAFFIN, D. B.; BAKER, G. Biomechanical analysis of material handling manipulators in short distance transfer of moderate mass objects. In: CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

OHARA, H. et al. **Health hazard among cash register operators and the effects of improved working conditions.** Journal of Human Ergology, n. 5, p. 31-40, 1976.

RYAN, G. **The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers.** Ergonomics. v. 32, n. 4, p. 359-371, 1989.

SANCHEZ, D; GRIEVE, D. W. **The measurement and prediction of isometric lifting strength in symmetrical and asymmetrical postures.** Ergonomics. v. 35, n. 1, p. 49-64, 1992.

SMITH, A., DEERY, E. M.; HAGMAN, G. L. Herniations of the nucleus pulposus: a study of 100 cases treated by operation. In: CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

SODERBERG, G. L. **Kinesiology: Application to pathological motion.** Baltimore, Willians & Wilkins, 1986.

SONODA, T. Studies of the strenght for compression, tension, and torsion of the human vertebral column. In: CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

SYCZEWSKA M., OBERG T., KARLSSON D.; **Segmental movements of the spine during treadmill walking with normal speed.** Clinical Biomechanics, n. 14, p. 384-388, 1999.

TICHAUER, E. R. **A pilot study of the biomechanics of lifting simulate industrial work situations.** Journal of Safety Research, v. 3, n. 3, p. 98–115, 1971.

VANDER DOELEN, J.; MACDONALD, H. **Cashier workstation ergonomics.** Occupational Health in Ontario, n. 6, p. 26-33, 1986.

VACHERON, J. J.; POUMARAT, G.; CHANDEZON, R. **The effect of load carried on the shoulders.** Military Medicine, n. 8, p. 597-599, 1999.

VIEIRA, E. R., MORELLI, J. G. **Uma Investigação da Atividade Laboral Exercida por Operadores de Caixa de Supermercado.** In: ABERGO 2000 - I Encontro Pan-Americano de Ergonomia - X Congresso Brasileiro de Ergonomia. p.24 - 32, 2000.

VERNON-ROBERTS, B. The pathology and interrelation of intervertebral disc lesions, osteoarthritis of the apophyseal joint, lumbar spondylosis and low back pain. In: HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

WARWICK, D.; NOVAK, G.; SCHULTZ, A. **Maximum voluntary strengths of male adults in some lifting, pushing and pulling activities**. Ergonomics, v. 23, n. 1, p. 49-54, 1980.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG A.; FINE, L. J. **Revised NIOSH equation for the *design* and evaluation of manual lifting tasks**. Ergonomics, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.

WATKINS, J. **Estrutura e função do sistema Músculo-esquelético**. São Paulo: Manole, 1999.

WILSON, J.; GREY, S. **Reach requirements and job attitudes at laser-scanner *checkout* systems**. Ergonomics. v. 27, n. 12, p. 1247-1266, 1984.

ANEXO: TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA



TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

Pesquisador responsável:

Prof Dr. André L. F. Rodacki, Fisioterapeuta João Eduardo A. Vieira

Este é um convite especial para você participar voluntariamente do estudo “ANÁLISE CINEMÁTICA DO PERFIL DA COLUNA VERTEBRAL DE OPERADORES DE CAIXA DE SUPERMERCADO ASSOCIADO A DIFERENTES TIPOS DE CHECKOUT”. Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Caso haja qualquer dúvida sobre o estudo, pergunte ao pesquisador que lhe entregou este documento.

- **OBJETIVOS DO ESTUDO**

Analisar os movimentos de tronco pelos operadores de caixa em função do peso dos produtos e do design do checkout.

- **PROCEDIMENTOS**

Seis marcadores de isopor serão fixados sobre a pele com uma fita adesiva dupla-face (dois sobre a coluna vertebral, dois na região do quadril e dois nos ombros). Cada operador realizará a tarefa, recebendo, registrando e depositando produtos de 200g, 1 e 5Kg em dois modelos diferentes de checkouts, repetidas vezes. Duas câmeras localizadas posteriormente a posição do operador de checkout registrarão os movimentos realizados durante a manipulação dos produtos para serem posteriormente analisados em um computador.

- **PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA**

A sua participação neste estudo é *voluntária* e você terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete em qualquer prejuízo para você.

- **GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE**

As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. O pesquisador garante que seu nome não será divulgado sob hipótese alguma.

- **ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS**

Você pode e deve fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar em participar do estudo.

Diante do exposto acima eu, _____ abaixo assinado, declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Concedo meu acordo de participação de livre e espontânea vontade. Foi-me assegurado o direito de abandonar o estudo a qualquer momento, se eu assim o desejar. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja, os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, ____ de _____ de 2004

Sujeito

RG

Pesquisador: JOÃO EDUARDO A. VIEIRA

RG: 5.420.255-5