

## Estudo da biomecânica ocupacional na seção de envase em uma fábrica de cachaça

Daniela Abrantes LEAL (Universidade Federal de Viçosa) - daniela.leal@ufv.br  
Taliny Eloy Granato COSTA (Universidade Federal de Viçosa) - taliny.costa@ufv.br  
Stanley SCHETTINO (Universidade Federal de Minas Gerais) - stanley.sst@hotmail.com  
Regina Célia Santos MENDONÇA (Universidade Federal de Viçosa) - rmendonc@ufv.br  
Luciano José MINETTE (Universidade Federal de Viçosa) - minette@ufv.br

### Resumo:

Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação biomecânica dos trabalhadores envolvidos numa linha semiautomática de envase de cachaça. Os dados foram coletados na cidade de Guaraciaba, estado de Minas Gerais, nos meses de março a maio de 2016. Para a avaliação biomecânica foi utilizado o Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPP™), da Universidade de Michigan. Os resultados mostraram que o ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões musculoesqueléticas aos trabalhadores. As atividades de desempilhamento de caixas com litros vazios e cheios, transporte das pilhas de caixas para o hall de expedição e transposição de caixas cheias para o caminhão apresentaram valores de força de compressão do disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral próximos, porém, abaixo do valor limite (3.423,6 N). Indica que os trabalhadores podem ainda ser acometidos por lombalgias em nível médio de gravidade, devido a distensão dos músculos e ligamentos da coluna. Embora algumas atividades não tenham apresentado riscos de compressão no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral dos trabalhadores, algumas articulações podem apresentar riscos devido à postura, como compressão sobre as articulações de membros inferiores devido à postura e cadeiras inadequadas no posto de trabalho. Outro aspecto que deve ser observado é o levantamento e transporte de cargas. Apesar de não estar presente em todas as atividades e suas fases, o peso levantado associado ao tempo de execução da atividade pode sobrecarregar as articulações do punho, quadril, joelho e tornozelos, podendo provocar desgaste articular, tendinites, lesão do menisco e ruptura dos ligamentos.

**Palavras-chave:** Ergonomia, Saúde do trabalhador, Doenças ocupacionais.

## Study of occupation al biomechanics in bottling section in a cachaça factory

### Abstract

This study aimed to perform a biomechanical evaluation of workers involved in a semi-automatic line of cachaça bottling. Data were collected in Guaraciaba city, Minas Gerais State, in the months from March to May 2016. For biomechanical evaluation was used the Three Dimensional Static Strength Prediction Program (3DSSPP™), from the University of Michigan. The results showed that the analyzed workplace provides risks of musculoskeletal injuries to the workers. The activities of destacking boxes with empty and full liters transport boxes stacks for the dispatch hall and transposition filled boxes to the truck had L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc compression strength values of the spine near, but below threshold value (3,423.6 N). It indicates that workers can still be affected by back pain at medium level of severity, due to distension the spinal muscles and ligaments. Even though some activities have not submitted compression risks in the L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc in the spine of workers, some joints

may present risks due to posture, such as compression on the joints of the lower limbs due to inadequate posture and chairs in the workplace. Another aspect that should be noted is the lifting and transport of loads. Although not present in all activities and phases, the weight lifted associated with the execution time of the activity can overwhelm the joints of the wrist, hip, knee and ankles and can cause joint wear, tendonitis, meniscus injury and rupture of ligaments.

**Key-words:** Ergonomics, Worker's health, Occupational diseases.

## 1. Introdução

A cachaça, o terceiro destilado mais consumido no mundo, é produzida em todos os estados brasileiros, mesmo naqueles onde o cultivo da cana-de-açúcar não é favorável. Os maiores produtores de cachaça são: São Paulo (45%), Pernambuco (12%), Ceará (11%), Rio de Janeiro (8%), Minas Gerais (8%), Goiás (8%), Paraná (4%), Paraíba (2%) e Bahia (2%), sendo os três primeiros responsáveis por quase toda produção de cachaça industrial (Ageitec, 2015). Segundo dados da Expocachaça 2016, a indústria de cachaça no Brasil (40000 produtores) gera 600 mil empregos diretos e indiretos, com um movimento anual de 7 bilhões de reais em sua cadeia produtiva. A cachaça industrial é produzida em larga escala por meio de equipamentos conhecidos por colunas de destilação que, em geral, são fabricados de aço inoxidável, material que compromete algumas características sensoriais do produto final. Já a cachaça artesanal geralmente é produzida em alambiques de cobre, material dotado de propriedades que resultam em uma bebida mais fina quanto a sabores e aromas.

Dos 400 mil produtores de cachaça no Brasil, 98% são micro e pequenos empresários, o que nos leva a refletir sobre o trabalho exercido, que muitas vezes exige esforços físicos rigorosos e que podem comprometer a saúde dos trabalhadores. As indústrias de alimentos e bebidas são o berço da industrialização brasileira. Segundo Júnior et al. (2015), o setor de fabricação de bebidas responde por aproximadamente 4% do valor adicionado da indústria de transformação brasileira. Por ser intensivo em capital, o setor tende a ser menos expressivo no que tange ao fator trabalho. Ainda assim, emprega cerca de 144 mil pessoas no mercado formal, o que corresponde a 2,2% do pessoal ocupado na indústria de transformação do Brasil.

Nesse contexto, surge a análise ergonômica do trabalho, que busca a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos trabalhadores, com destaque para os estudos biomecânicos, por meio da análise da carga manuseada e das posturas adotadas pelos trabalhadores. Silva (2001) afirma que a maior dificuldade em analisar e corrigir as posturas inadequadas dos trabalhadores no trabalho está na identificação e no registro dessas posturas. Normalmente, as avaliações são realizadas de forma subjetiva e com base nas reclamações dos próprios trabalhadores, de modo que, muitas vezes, as medidas são tomadas quando os mesmos já apresentam lesões com comprometimento de sua saúde.

A ergonomia do trabalho busca estudar as interações entre os indivíduos as suas atividades, afim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho do trabalho. De acordo com o Ministério do Trabalho e do Emprego, é importante garantir condições de trabalho seguras e saudáveis, tendo como finalidade a preservação da saúde e da vida do trabalhador, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais.

Segundo Iida (2005), posturas são configurações que um corpo assume ao realizar dada atividade. O registro das posturas corporais adotadas em determinada atividade tem como finalidade principal a identificação de movimentos e/ou posturas potencialmente lesivas ao organismo humano, durante demandas ocupacionais.

Ainda de acordo com Iida (2005), a biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos envolvidos e suas consequências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais adotadas no trabalho e a aplicação de forças envolvidas, objetivando minimizar e/ou mesmo eliminar os problemas causados seja pela má postura, seja pela aplicação excessiva de forças, evitando o desperdício energético para obtenção de maior eficiência, bem como determinando a força máxima suportável.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação biomecânica das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores na seção de envase da cachaça, visando a melhoria da saúde, conforto e bem-estar dos trabalhadores.

## **2. Material e Métodos**

A avaliação ergonômica do trabalho foi realizada em uma cachaçaria localizada na zona rural da cidade de Guaraciaba, estado de Minas Gerais. Foram estudadas as atividades desenvolvidas no envase da cachaça afim de se avaliar a sobrecarga postural e o trabalho estático. A coleta de dados foi feita nos meses de março a maio de 2016 durante o período diurno de trabalho da empresa.

A empresa conta com as atividades de fabricação de cachaça divididas em três galpões: produção, envase e de envelhecimento da cachaça. O envase consiste em uma linha semi-automática, mas que envolve, entretanto, muita mão de obra dos trabalhadores. Uma esteira transportadora conecta todas as etapas, transportando as garrafas do início ao final da linha de envase. As garrafas são inseridas na esterilizadora, de onde saem prontas para receber a cachaça. Elas são conduzidas até a dosadora, e após cheios os litros serão tampados, rotulados, inspecionados, engradados e expedidos. Vale ressaltar que em vários pontos da linha os trabalhadores permanecem em atividades de inspeção das garrafas, desde a entrada na esterilizadora até a saída das garrafas cheias de cachaça, afim de identificar garrafas quebradas, trincadas ou com qualquer outro defeito.

A avaliação biomecânica foi realizada por meio de análise tridimensional das forças aplicadas na coluna vertebral e nas diversas articulações dos trabalhadores. Para tal foram utilizadas fotos dos trabalhadores na execução das atividades em diversas posturas. Dentro de cada fase dos ciclos das atividades, foram selecionadas as posturas representativas para serem analisadas biomecanicamente. A partir do congelamento dos movimentos, os ângulos formados nas articulações (punhos, cotovelos, ombro, tronco, coxofemorais, joelhos e tornozelos) foram medidos, além da força de compressão no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>) da coluna vertebral. Foi utilizado um software computacional de Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPP™), desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos. O programa realiza, por meio de modelagem tridimensional, uma série de classificações quanto aos limites máximos admissíveis nas articulações e a carga exercida no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>) da coluna vertebral (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2011).

O programa forneceu a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99 % dos homens e 75 % das mulheres em boas condições de saúde conseguem levantar. Essa carga limite induz a uma força de compressão (Newton) da ordem de 3.426,3 N sobre o disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral, que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde.

## **3. Resultados e Discussão**

As atividades desenvolvidas foram identificadas, codificadas e descritas, conforme apresentado na Tabela 1.

<b>Código</b>	<b>Atividade</b>	<b>Caracterização da atividade</b>
AT1	Acionamento de comandos e contenção das garrafas	O operador mantém a mão direita posicionada sobre os botões de comando do equipamento, sempre que necessário. Com o braço esquerdo estendido uma vara de madeira de 1,5 m de comprimento é utilizada para a contenção dos litros que saem da esterilização.
AT2	Inserção de garrafas vazias na esterilizadora	Fase 1: Com um gancho de ferro pilhas de 6 caixas (8 Kg cada) são arrastadas para próximo da entrada da máquina. Fase 2: De cima para baixo, o trabalhador desempilha as caixas Fase 3: Retira os litros do engradado e os coloca no equipamento
AT3	Inspeção das garrafas vazias	Sentado em um banco de frente para um visor com luz branca forte por onde passam as garrafas, ao observar defeitos na garrafa o trabalhador estende o braço e a retira da linha e a coloca em um engradado na lateral.
AT4	Enchimento das garrafas com Cachaça	De pé sobre um estrado de madeira e utilizando as mãos o operador controla o fluxo a acerta a posição das garrafas que entram na dosadora.
AT5	Inspeção de garrafas cheias após o envase	Com posto de trabalho idêntico ao da atividade 3, ao detectar, visualmente, algum defeito na garrafa ou na cachaça o trabalhador estende seu braço e retira com as mãos o item inadequado.
AT6	Colocação de tampas nas garrafas	O trabalhador permanece em pé sobre um estrado de frente à esteira e utiliza com os braços estendidos, posiciona as tampas nas garrafas.
AT7	Rotulagem	De pé sobre um estrado de frente ao equipamento o trabalhador faz os controles necessários (acionar botões e mexer a cola).
AT8	Inspeção do produto final	De pé em frente a esteira por onde chega o produto, ao observar algum defeito na garrafa, cachaça ou rótulo, o trabalhador estende o braço e retira o item da linha.
AT9	Acondicionamento das garrafas	Fase 1: Estende-se os braços para recolher as garrafas e colocar nas caixas. Fase 2: São feitas pilhas de 03 caixas que são, com o auxílio de carrinho transportador, encaminhadas para o hall de expedição. Fase 3: Com o auxílio de carrinho transportador as pilhas de caixas são recolhidas e levadas para o hall de expedição
AT10	Carregamento dos caminhões	Fase 1: O trabalhador posiciona suas mãos nas alças laterais das caixas (aproximadamente 20,5 Kg) erguendo-as até a altura dos ombros. Fase 2: Com a caixa nos ombros o trabalhador a transporta até próximo do caminhão montando pilhas de 06 caixas. Fase 3: As pilhas são desmontadas de cima para baixo à medida em que as caixas são colocadas no caminhão.

Tabela 1 – Descrição das atividades

As posturas típicas adotadas pelas atividades AT1 (acionamento de comandos e contenção das garrafas), AT3 (inspeção das garrafas vazias), AT4 (enchimento das garrafas com cachaça), AT5 (inspeção de garrafas cheias após o envase), AT6 (colocação de tampas nas garrafas), AT7 (rotulagem), AT8 (inspeção do produto final) não impuseram risco de compressão no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral dos trabalhadores. Para a realização das atividades estudadas, a boa postura é fundamental para evitar sobrecargas biomecânicas. Para manter uma postura ou realizar um movimento, as articulações devem ser conservadas tanto quanto possível, na sua posição neutra. Nessa posição, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são tensionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na

posição neutra (DUL; WEERDMEESTER,1995). Embora estas atividades não tenham apresentado riscos de lesão para a coluna vertebral, algumas articulações podem apresentar riscos devido à postura, conforme os resultados apresentados na Tabela 2.

Atividade	Postura típica	Força de compressão no disco L5/S1 (N)	Articulação	Percentual de capazes que realizam a atividade sem risco de lesão
AT3		1.473	Punhos	100
			Cotovelos	100
			Ombros	100
			Tronco	100
			Coxofemurais	98
			Joelhos	85
			Tornozelo	74
AT5		1.377	Punhos	100
			Cotovelos	100
			Ombros	100
			Tronco	100
			Coxofemurais	92
			Joelhos	33
			Tornozelo	99
AT9-F3		2.322	Punhos	57
			Cotovelos	12
			Ombros	13
			Tronco	97
			Coxofemurais	88
			Joelhos	92
			Tornozelo	78
AT10-F2		1.064	Punhos	57
			Cotovelos	60
			Ombros	94
			Tronco	100
			Coxofemurais	97
			Joelhos	99
			Tornozelo	99

Tabela 2 - Resultado da avaliação biomecânica para as atividades com posturas sem possibilidade de risco de lesão nas articulações do envase de cachaça.

Para a atividade AT3 (inspeção das garrafas vazias) e AT5 (inspeção de garrafas cheias após o envase), o operador permanece sentado em um banco durante todo o envase da cachaça, cerca de 15% dos indivíduos podem adquirir alguma lesão no joelho, 26% apresentam risco de lesão nos tornozelos e 67% risco de lesão nos joelhos, respectivamente. Essa compressão sobre as articulações inferiores se deve à postura e cadeiras inadequadas no posto de trabalho. Para a atividade AT9-F3 (acondicionamento das garrafas), o operador transporta carga horizontal, logo cerca de 43% dos indivíduos podem adquirir lesão no punho, 88% nos cotovelos, 87% nos ombros e 22% nos tornozelos. A sobrecarga postural nos trabalhadores se caracteriza quando este se encontra fora da posição corporal neutra por um determinado período de tempo, favorecendo o surgimento de fadiga muscular, dores, inflamações e até lesões nos músculos e ligamentos (TORRES et al., 2014), chegando até mesmo a ocasionar a invalidez permanente para o trabalho. Além da postura adotada pelos trabalhadores, outro aspecto que deve ser observado é o levantamento e transporte de cargas.

Apesar de não estar presente em todas as atividades e suas fases, o peso levantado associado ao tempo de execução da atividade pode sobrecarregar as articulações do punho, quadril, joelho e tornozelos, como no caso atividade AT10-F2 (Carregamento dos caminhões), onde cerca de 43% dos indivíduos podem adquirir lesão nos punhos e 40% risco de lesão nos cotovelos. De acordo com Silva et al. (2008), o levantamento de cargas pode causar sérios danos as articulações dos membros inferiores dos trabalhadores, visto que o peso levantado

pode sobrecarregar as articulações do quadril, joelho e tornozelos, provocando desgaste articular, tendinites, lesão do menisco e ruptura dos ligamentos.

Para as demais atividades como a AT2-F1 (desempilhamento de caixas com litros vazios), AT9-F2 (Transporte das pilhas de caixas para o hall de expedição), AT10-F1 (transposição de caixas cheias para o caminhão), AT10-F3 (desempilhamento de caixas cheias) impuseram risco de lesão no disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral dos trabalhadores, sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

Atividade	Postura típica	Força de compressão no disco L5/S1 (N)	Articulação	Percentual de capazes que realizam a atividade sem risco de lesão
AT2-F1		2.983	Punhos	17
			Cotovelos	99
			Ombros	38
			Tronco	81
			Coxofemurais	75
			Joelhos	85
			Tornozelo	77
AT9-F2		2.901	Punhos	96
			Cotovelos	100
			Ombros	100
			Tronco	86
			Coxofemurais	87
			Joelhos	50
			Tornozelo	49
AT10-F1		3.385	Punhos	91
			Cotovelos	99
			Ombros	99
			Tronco	81
			Coxofemurais	64
			Joelhos	59
			Tornozelo	50
AT10-F3		3.234	Punhos	35
			Cotovelos	91
			Ombros	11
			Tronco	78
			Coxofemurais	80
			Joelhos	63
			Tornozelo	71

Tabela 3 - Resultado da avaliação biomecânica para as atividades com postura com possibilidade de risco de lesão nas articulações do envase de cachaça.

A sobrecarga postural e o trabalho estático podem gerar fadiga muscular, transtornos musculoesqueléticos, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos tecidos moles (músculos, ligamentos) dos membros inferiores (COUTO,

1995). Para analisar as imagens, considerou-se o perfil antropológico existente no banco de dados do software tendo se utilizado o percentil 50, o que significa assumir que 50% da população amostrada possui medidas antropométricas menores ou iguais aos valores médios do banco de dados supramencionado.

Estes valores decorrem das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado, torçionado, braços esticados ou joelhos flexionados gerando forças de compressão excessivas sobre as articulações. Na maioria das atividades a força de compressão sobre o disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral foi abaixo do limite máximo recomendado, indicando não haver risco de lesão nas articulações. Deve-se atentar ao fato de que estes resultados são indicativos e por considerarem indivíduos adultos completamente saudáveis, a realidade pode ser um pouco diferente. É preciso ponderar que podem haver pessoas que apesar de desempenharem estas atividades numa faixa segura, sem risco de lesão às articulações, podem ter alguma pré-disposição (artrite, artrose e outras doenças) e as lesões acabam por acontecer.

Embora as atividades de AT2-F1 (desempilhamento de caixas com litros vazios), AT9-F2 (transporte das pilhas de caixas para o hall de expedição), AT10 F1 (transposição de caixas cheias para o caminhão), AT10-F3 (desempilhamento de caixas cheias) tenham apresentando valores de força de compressão do disco L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> da coluna vertebral próximos, porém, abaixo do valor limite (3.423,6 N) indicam que os trabalhadores podem ainda ser acometidos por lombalgias em nível médio de gravidade, devido a distensão dos músculos e ligamentos da coluna, que costumam afastar o indivíduo de suas atividades por até 10 dias, podendo ser recorrente (COUTO, 2002).

Segundo Pavel (2015), no estudo do uso da escada extensível por trabalhadores dos setores elétrico e de telecomunicações, a elevação da escada em uma altura igual ou superior aos ombros, os indivíduos podem adquirir alguma lesão nas articulações dos ombros e nos punhos. Da mesma forma neste estudo, a atividade de desempilhamento de caixas cheias, em uma altura igual ou superior aos ombros, cerca de 89% dos indivíduos podem adquirir alguma lesão no ombro, e 65% apresentam risco de lesão nos punhos, sendo um indicativo de que o manuseio de cargas acima da linha dos ombros pode ser um agente desencadeador de lesões musculoesqueléticas nessas articulações.

Em todas as situações de esforço estático ou isométrico, a consequência primária chama-se fadiga muscular, em que ocorre dor nos segmentos afetados, devido ao acúmulo de ácido láctico. De acordo com Rivas (1998), a fadiga pode acarretar também o aparecimento de tremores, que contribuem para a ocorrência de erros na execução das atividades e, conseqüentemente, a predisposição a acidentes de trabalho.

Para a realização das atividades estudadas, a boa postura é fundamental para evitar sobrecargas biomecânicas. Porém, em geral não tem sido possível a obtenção de um bom posicionamento durante a realização das mesmas, o que, de acordo com Minette et al. (2015), leva a importantes alterações biomecânicas que são prejudiciais para o organismo dos trabalhadores. Para manter uma postura ou realizar um movimento, as articulações devem ser conservadas, tanto quanto possível, na sua posição neutra. Nessa posição, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são tensionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na posição neutra (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Além da postura adotada pelos trabalhadores, outro aspecto que deve ser observado é o levantamento e transporte de cargas. Apesar de não estar presente em todas as atividades e suas fases, o peso levantado associado ao tempo de execução da atividade pode

sobrecarregar articulações do punho, quadril, joelho e tornozelos, podendo provocar desgaste articular, tendinites, lesão do menisco e ruptura dos ligamentos.

Ao realizar suas atividades manualmente e de forma repetitiva, em ambientes de trabalho que não proporcionam boas condições ergonômicas e biomecânicas, a carga física de trabalho e as posturas desconfortáveis podem se apresentar como um problema ergonômico, representando um dos principais fatores de risco de lesões para os trabalhadores (CHAFFIN, et al., 2001). O aparecimento de sintomas de fadiga por sobrecarga física depende do esforço desenvolvido, da duração do trabalho e das condições individuais, como estados de saúde, nutrição e condicionamento decorrente da praticada atividade (FIEDLER et al., 2011). À medida que aumenta a fadiga, reduz-se o ritmo de trabalho, atenção e rapidez de raciocínio, tornando o trabalhador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (FERREIRA, 2006).

#### 4. Conclusões

Nas condições em que este estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- O ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões musculoesqueléticas e de acidentes, principalmente em função da necessidade de os trabalhadores se deslocarem transportando cargas, favorecendo o surgimento de dores musculares causadas por posturas forçadas inadequadas.
- Nenhuma das atividades avaliadas ultrapassou a carga-limite recomendada, embora algumas tenham apresentado valores próximos ao limite, indicando que os trabalhadores podem ainda serem acometidos por lombalgias em nível médio de gravidade.
- As atividades de carregamento de caminhões apresentou elevado risco de lesão aos punhos, ombros e joelhos, associados a posturas inadequadas e forças excessivas necessárias a execução da tarefa.

#### 5. Referências

**AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA – (AGEITEC).** *Cachaça*. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fiog1ob502wyiv80z4s473agi63ul.html>> Acesso em 20 de Agosto de 2016.

**CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G. B. J.; MARTIN, B.J.** *Biomecânica ocupacional*. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001. 579 p.

**COUTO, H. A.** *Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições*. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2002. 202 p.

**COUTO, H. A.** *Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana*. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, v. 1. 353 p.

**DUL, J; WEERDMEESTER, B.** *Ergonomia prática*. São Paulo: E. Blucher, 1995. 148 p.

**EXPOCACHAÇA 2016.** *Números da Cachaça – Exportações de Cachaça 2015*. Disponível em <<http://www.expocachaca.com.br/bh/expocachaca-2016.shtml>> Acesso em 20 de Agosto de 2016.

**FERREIRA, P. C.** *Avaliação ergonômica de algumas operações florestais no município de Santa Bárbara– MG*. 2006. 79 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) – Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2006.

**FIEDLER, N. C.; BARBOSA, R. P.; ANDREON, B.C.; GONÇALVES, S. B.; SILVA, E. N.** *Avaliação das posturas adotadas em operações florestais em áreas declivosas*. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 18, n.4, p. 402-409, 2011.

**IIDA, I.** *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 630 p.

**IIDA, I.** *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 465 p.

**JÚNIOR, O. C.; JUNIOR, J. R. T.; GALINARI, R.; RAWET, E. L.; SILVEIRA, C. T. J.** *O Setor de Bebidas no Brasil*. BNDES 40, p. 93-130, 2015.

**MINETTE, L.J.; SCHETTINO, S.; SOUZA, V.G.L.; DUARTE, C.L.; SOUZA, A.P.** *Avaliação biomecânica e da carga física de trabalhos realizados por trabalhadores florestais em regiões montanhosas.* Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 541-550, set. 2015.

**PAVEL, V.G.; SCHETTINO, S.; MINETTE, L.J.; RIBEIRO, R.S.** *Avaliação Biomecânica do uso da escada extensível por trabalhadores dos setores elétrico e de telecomunicações.* I Seminário Científico da FACIG – Sociedade, Ciência e Tecnologia. Manhuaçu, Minas Gerais: FACIG. Anais... Outubro, 2015.

**RIVAS, R.R.** *Algunos critérios ergonômicos sobre la fatiga e el descanso.* Salud Ocupacional, p. 16-22, 1998.

**SILVA, W. G.** *Análise ergonômica do posto de trabalho do armador de ferro da construção civil.* 100 f. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2001.

**SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; BAETA, F. C.; VIEIRA, H. A. N. F.** *Avaliação biomecânica do trabalho de extração manual de madeira em áreas acidentadas.* Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 231-235. 2008.

**TORRES, B.P.L.; MUÑOZ, E.L.G.; RODRIGUEZ, C.C.; LÓPEZ, E.O.** *Evaluación de sobrecarga postural en trabajadores: revisión de la literatura.* Ciencia & Trabajo, 16(50), 111-115, 2014.

**UNIVERSITY OF MICHIGAN.** *3D Static strength prediction program: version 6.0.5 – user's manual.* Michigan, Universidade de Michigan, Ergonomics Center, 2011. 108 p.