

Avaliação ergonômica da atividade de derrubada com motosserra em áreas do bioma cerrado**Ergonomic evaluation of chainsaw felling activity in areas of the cerrado biome**

DOI:10.34117/bjdv6n6-303

Recebimento dos originais:08/05/2020

Aceitação para publicação:13/06/2020

Stanley Schettino

Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço:Av. Universitária, 1.000 - Bairro Universitário - Montes Claros - MG - Brasil

E-mail:schettino@ufmg.br

Deicy Danielle Silva

Acadêmica em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço:Av. Universitária, 1.000 - Bairro Universitário - Montes Claros – MG - Brasil

E-mail:deicydanielle@yahoo.com.br

Nicole Alves Oliveira

Mestranda em Ciências Florestais na Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço:Av. Universitária, 1.000 - Bairro Universitário - Montes Claros – MG - Brasil

E-mail:nicole.engflorestal@hotmail.com

Jacson Batista Figueiredo

Mestrando em Ciências Florestais na Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço:Av. Universitária, 1.000 - Bairro Universitário - Montes Claros – MG - Brasil

E-mail:jacsonbf6@yahoo.com.br

Luciano José Minette

Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa

Universidade Federal de Viçosa - UFV

Endereço:Av. PH Rolfs, s/n - Campus UFV - Viçosa - MG - Brasil

E-mail:minette@ufv.br

Denise Ransolin Soranso

Doutora em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa

Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

Endereço:Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho - Itajubá – MG – Brasil

E-mail:denise_soranso@unifei.edu.br

Denise Lopes da Silva

Acadêmica em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço: Av. Universitária, 1.000 - Bairro Universitário - Montes Claros – MG - Brasil

E-mail: denna_lopes@hotmail.com**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação ergonômica da atividade de derrubada de árvores com motosserra em áreas do bioma cerrado, de forma a avaliar se os trabalhadores estão expostos a condições ergonômicas inadequadas, as quais têm potencial capacidade de causar danos à saúde. Os dados foram coletados em uma área experimental do bioma cerrado, localizada no campus de uma Instituição Federal de Ensino Superior na região norte do estado de Minas Gerais. Foram avaliadas as fases de abate, desgalhamento, traçamento e abastecimento e afiação das correntes da motosserra, tendo sido avaliada a carga física de trabalho, através da frequência cardíaca dos trabalhadores, e realizada avaliação biomecânica utilizando o Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPP™), da Universidade de Michigan. A atividade foi classificada como pesada, sob a ótica da carga de trabalho físico, e os resultados mostraram que o ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões musculoesqueléticas e de acidentes aos trabalhadores. A análise biomecânica indicou elevado risco de desenvolvimento de LER/DORT nos membros inferiores dos trabalhadores quando realizando tal atividade. Conclui-se que a atividade apresenta elevado risco ergonômico para os trabalhadores durante o desenvolvimento de todas as fases da atividade, favorecendo o surgimento de lesões e doenças relacionadas ao trabalho.

Palavras chave: Risco ergonômico; Saúde do trabalhador; Manejo florestal.**ABSTRACT**

This study aimed to carry out an ergonomic assessment of the activity of chainsaw fellings in areas of the cerrado biome, in order to assess whether workers are exposed to inadequate ergonomic conditions, which have the potential to cause damage to health. The data were collected in an experimental area of the cerrado biome, located on the campus of a Federal Institution of Higher Education in the northern region of the state of Minas Gerais. The phases of slaughtering, delimiting, tracing and supply and sharpening of the chainsaw chains were evaluated, having been evaluated the physical workload, through the workers' heart rate, and a biomechanical evaluation was carried out using the Three-dimensional Biomechanical Model of Posture and Strength Prediction Statistics (3DSSPP™), developed by University of Michigan. The activity was classified as heavy, from the perspective of the physical workload, and the results showed that the studied work environment provided risks of musculoskeletal injuries and accidents to workers. Biomechanical analysis indicated a high risk of developing RSI/WRMD in workers' lower limbs when performing such activity. It is concluded that the activity presents a high ergonomic risk for workers during the development of all phases of the activity, favoring the appearance of work-related injuries and illnesses.

Keywords: Ergonomic risk; Worker's health; Forest management.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando cerca de 203,7 milhões de hectares na porção central do país e apresentando alta diversidade de solos e relevos (IBGE, 2017). Neste bioma existem cerca de 6.500 espécies da flora lenhosa que apresentam algum potencial comercial, como por exemplo, o madeireiro sob sistema de manejo sustentável (RESENDE; FURTINI NETO, 2007). O uso de máquinas florestais na colheita dessas espécies com potencial madeireiro é dificultado em função de fatores intrínsecos a esse bioma, como a diversidade de relevos, o tipo de solo, as bifurcações de fustes, os espaçamentos irregulares, entre outros (MALINOVSKI et al., 2006). A motosserra caracteriza-se por sua adequabilidade em operar sob tais condições adversas, com baixo custo de operação e otimização do tempo de trabalho, realizando as etapas da derrubada na colheita florestal em qualquer tipo de terreno e condição das florestas (SANT'ANNA; MALINOSKI, 2002).

O uso de motosserra na operação de corte proporciona uma produtividade individual relativamente elevada e com baixo investimento inicial, mas a atividade pode causar problemas ergonômicos aos trabalhadores durante a sua execução. Esses problemas normalmente são excesso de carga nas mãos e punhos dos operadores, sobrecarga no ombro e pescoço no ato de empurrar a motosserra para o corte, sintomas como dormência, dor e formigamento pela exposição a vibrações, lombalgias na coluna lombar devido ao empilhamento e lesões graves nas articulações em função do esforço contínuo para estabilizar o corpo durante o uso da máquina (SANT'ANNA; MALINOSKI, 2002; MENDES et al., 2019).

A necessidade de exercer força durante o trabalho florestal pode levar o surgimento de tensões mecânicas localizadas no organismo do trabalhador. Essa exigência incrementada de energia conduz à sobrecarga nos músculos, no coração e nos pulmões. O conhecimento das cargas de trabalho físico para Benavides et al. (2006), observado sob o âmbito fisiológico, é a expressão da intensidade da atividade laboral posta para o indivíduo e tem grande aplicação nas áreas de estudo de ergonomia e saúde do trabalhador. A avaliação da carga de trabalho físico é considerada o primeiro problema tratado pela fisiologia do trabalho (SCHETTINO et al., 2019).

Por outro lado, dentre as doenças relacionadas ao trabalho, destacam-se as Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT), que são causados pelo movimento repetitivo, sem pausas e com posturas incorretas, possuindo como principais características o surgimento lento, principalmente nos membros superiores;

com sintomas como dor, parestesia, sensação de peso e fadiga (VAREKAMP; VAN DIJK, 2010).

Diante disso, torna-se necessária uma avaliação ergonômica desta atividade buscando adequar o trabalho ao operador, com a consequente redução dos riscos de desenvolvimento de doenças ocupacionais a esses trabalhadores. A ergonomia estuda a relação homem e trabalho de forma a adaptar as condições da atividade ao ser humano (IIDA; GUIMARÃES, 2016). A execução segura e produtiva de uma atividade depende diretamente de um conjunto harmonioso composto pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados, baseados na organização do trabalho, na legislação de saúde e segurança do trabalho e em certificações assumidas pelas organizações (SCHETTINO et al., 2016).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi realizar uma análise ergonômica da atividade de derrubada com motosserra de indivíduos arbóreos do Cerrado, de forma a avaliar a carga física de trabalho e identificar possíveis riscos de desenvolvimento de LER/DORT aos trabalhadores envolvidos nessa atividade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da amostragem

Este estudo foi desenvolvido em uma área de cerrado *strictu sensu* localizada no campus de uma Instituição Federal de Ensino Superior na região norte do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 16°40'54"S e 43°50'28"O e altitude média de 636 metros. O clima predominante na região é tropical de savana, (Aw), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por apresentar estações quentes e chuvosas no verão, frias e secas no inverno, com temperatura média anual variando entre 19 e 34 °C e precipitação média anual entre 1.000 e 1.200 mm (INMET, 2018). Os dados foram levantados no mês de agosto de 2019.

A pesquisa foi realizada tomando por base um operador de motosserra, experiente e devidamente treinado, executando as operações de derrubada das árvores, desgalhamento e traçamento dos toretes, bem como a afiação e abastecimento da motosserra. Este trabalhador possuía idade de 43 anos e massa corporal de 65 kg, e a motosserra utilizada, marca Stihl e modelo MS361, possuía massa de 6,0 kg e se trata de um modelo amplamente utilizado nesse tipo de atividade.

2.2 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO FÍSICO

A carga de trabalho físico foi determinada com a utilização da metodologia proposta por SCHETTINO et al. (2019), tendo como base o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) necessário para a execução da atividade, obtido a partir da frequência cardíaca máxima do trabalhador durante a execução dessa atividade e sua massa corporal, conforme a Equação 1.

$$VO_{2\text{máx}} = \exp(-7,54291 + \text{BPM}^{0,33859} + M^{0,249260}) \quad (1)$$

onde: $VO_{2\text{máx}}$ = estimativa de consumo máximo de oxigênio (em l/min); M = massa corporal do trabalhador (em kg) e; BPM = frequência cardíaca máxima durante a execução da atividade (em batimentos por minuto).

A frequência cardíaca dos trabalhadores foi coletada utilizando um medidor de frequência cardíaca GARMIM (modelo 305 Forerunner). O transmissor foi fixado ao trabalhador na altura do tórax, por meio de correia elástica, as frequências emitidas a cada 5 segundos foram captadas e armazenadas pelo receptor de pulso. O conjunto foi instalado após o início da jornada de trabalho e retirado ao término de um período representativo do trabalho para coleta de dados. Desta forma, foi determinada a carga física de trabalho imposta pela atividade e estabelecidos os limites aceitáveis para permitir um desempenho contínuo no trabalho, bem para como ajustar a carga física de trabalho físico à capacidade dos trabalhadores.

O valor de $VO_{2\text{máx}}$ obtido foi, ainda, corrigido de acordo com a faixa etária do trabalhador amostrado, pois, de acordo com Astrand et al. (2006), é natural uma redução na frequência cardíaca de acordo com a idade. Após esta correção, ainda é necessário expressar o consumo máximo de oxigênio de forma relativa ao peso corporal, ou seja, transformando o valor obtido (em l/min) para ml/kg/min sendo, assim, possível a comparação entre indivíduos que diferem em massa corporal. Finalmente, o valor encontrado poderá ser utilizado para a determinação da carga física de trabalho imposta pela atividade desempenhada, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação da carga de trabalho físico baseada no dispêndio energético do trabalhador (kcal/min), calculado a partir do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}).

Carga de Trabalho Físico	Dispêndio Energético		
	VO_{2max} (ml/kg/min)	kcal/min	METs
Leve	< 15.2	< 3.0	< 4.0
Moderada	15.2 – 22.9	3.0 – 4.6	4.0 – 6.0
Pesada	23.0 – 31.6	4.7 – 6.3	6.1 – 8.3
Muito Pesada	31.7 – 40.5	6.4 – 8.1	8.4 – 10.6
Extremamente Pesada	> 40.5	> 8.1	> 10.6

Obs.: MET = equivalente metabólico, definido como o quociente entre a taxa metabólica associada a atividade e a taxa metabólica basal (em repouso).

Fonte: SCHETTINO et al. (2019).

2.3 AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA

Esta análise foi, através da metodologia proposta pela Universidade de Michigan, foi realizada por análise tridimensional, através de fotos e filmagens do trabalhador na execução da atividade em diversas posturas. Para cada fase da atividade e a partir do congelamento dos movimentos, os ângulos formados nas articulações (punho, cotovelo, ombro, tronco, coxofemorais, joelho e tornozelo) foram medidos, além da força de compressão no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L_5-S_1) da coluna vertebral. Os ângulos, associados às características das forças utilizadas, como magnitude e direção, à quantidade de mãos utilizadas e às características antropométricas de altura e peso da população em estudo, foram empregados para a realização da análise, tendo sido selecionadas as posturas estáticas forçadas e medidos os ângulos para inserção no programa computacional de Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPPTM), versão 5.0.9, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2013). Dentro de cada fase dos ciclos da atividade, foram selecionadas as posturas representativas para serem analisadas biomecanicamente.

O programa computacional 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_5-S_1 da coluna vertebral, que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde. Ainda, para cada articulação avaliada foi fornecido pelo programa o percentual de trabalhadores capazes de exercer a atividade sem o

desenvolvimento de lesões osteo-musculares, representando o potencial lesivo ao trabalhador em cada fase da atividade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO FÍSICO

O resultado do monitoramento da frequência cardíaca do trabalhador amostrado encontra-se na Figura 1. Os resultados do dispêndio energético (consumo máximo de oxigênio, gasto calórico e equivalente metabólico) e da avaliação da carga de trabalho físico encontram-se na Tabela 2.

Figura 1 - Resultado do monitoramento da frequência cardíaca do operador durante as atividades de derrubada com motosserra (ritmo cardíaco x tempo de atividade).

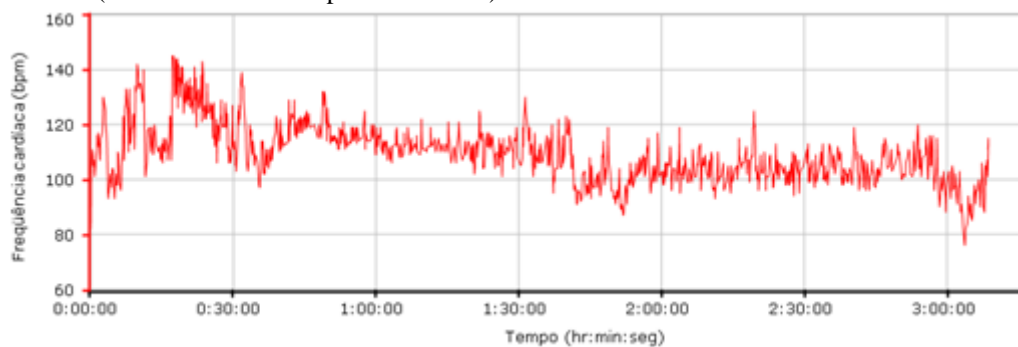


Tabela 2 - Resultados de frequência cardíaca máxima ($BPM_{m\acute{a}x}$), dispêndio energético (consumo máximo de oxigênio - $VO_{2m\acute{a}x}$, gasto calórico - kcal/min e equivalente metabólico - MET) e carga de trabalho físico durante as atividades de derrubada com motosserra

$BPM_{m\acute{a}x}$	Dispêndio Energético			Carga de Trabalho Físico
	$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg/min) ^{1/}	kcal/min	METs	
132	24,6	5,0	6,5	Pesada

^{1/} Para um trabalhador com massa corporal de 65 kg e 43 anos de idade, obtido após a aplicação desses valores na equação apropriada e com um fator de correção de 0,87 devido à idade, conforme Schettino et al. (2019).

O trabalho pesado ainda pode ser observado de maneira intensa no setor florestal, onde os conceitos de ergonomia e saúde ocupacional têm sido usualmente ignorados, de acordo com resultados encontrados por Silva et al. (2008), Fiedler et al. (2011) e Barbosa et al. (2014). Mesmo sobrecargas mínimas são capazes de produzir enfermidades no organismo dos

trabalhadores, levando a perdas de rendimento, afastamentos e até mesmo a invalidez permanente (APUD et al., 1999).

A frequência cardíaca máxima observada ao longo da jornada de trabalho demonstrou que houve picos, deixando o trabalhador exposto a sobrecargas que podem aumentar ainda mais os riscos à saúde. Couto (2002) afirma que, durante uma jornada de trabalho de oito horas, a frequência cardíaca média não deve exceder a 110 bpm, pois os trabalhadores quando expostos a estas situações podem ter a integridade de sua saúde comprometida, ficando susceptíveis aos DORT, estresse, cansaço mental, problemas cardiovasculares dentre outras patologias. Ainda, de acordo com Katch e Mcardle (1996), o fluxo sanguíneo para o coração pode ser prejudicado durante a execução de atividades que requerem grande esforço cardiovascular, a ponto de ocorrer tonteira e vertigem, quando se reduz o fluxo sanguíneo para o cérebro, podendo dar origem à hipertensão arterial e ao acidente vascular cerebral.

A elevada carga física de trabalho a que são submetidos os trabalhadores florestais quando desempenhando as atividades de derrubada em áreas de cerrado, conforme os resultados encontrados neste estudo, permite afirmar que essas atividades sujeitam os trabalhadores a situações de penosidade. Face a isso, torna-se necessário a reorganização do trabalho e a determinação de pausas para descanso para todas as atividades. Essas pausas devem ser adequadamente distribuídas durante a jornada de trabalho, pois elas representam um auxílio ao mecanismo fisiológico de compensação e recuperação do trabalhador, evitando a fadiga (ASSUNÇÃO; CÂMARA, 2011).





O fato de não serem estabelecidas pausas para descanso obriga aos trabalhadores um aumento do esforço para desempenhar suas tarefas, levando o indivíduo a tomar outras posturas que podem desencadear as lesões musculoesqueléticas ou até mesmo aos acidentes de trabalho. De acordo com Luce (2013), o trabalho a ritmos/intensidade mais elevados leva ao esgotamento prematuro da corporeidade viva do trabalhador e que a exigência de mais-trabalho ao trabalhador, mediante procedimentos extensivos ou intensivos, ao provocar fadiga e esgotamento têm nos acidentes de trabalho e nas doenças ocupacionais um de seus indicadores mais representativos.

3.2 AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA

Para cada uma das fases da atividade avaliadas, são apresentados os resultados das análises das forças aplicadas nas articulações avaliadas e no disco L5-S1 da coluna vertebral

dos trabalhadores, bem como os percentuais de capazes para cada uma das articulações analisadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado da avaliação biomecânica para as fases da atividade de derrubada de árvores do cerrado com motosserra

Fase da Atividade	Postura Típica	Tempo na Postura (%)	Força de Compressão no Disco L ₅ -S ₁ (N)	Condição de Suportar a Carga	Articulação	Percentual de Capazes nas Articulações (%)
Derrubada		40	2.270	SRL	Punho	99
					Cotovelo	100
					Ombro	100
					Tronco	99
					Coxofemorais	97
					Joelho	62
					Tornozelo	99
Desgalhamento		25	1.912	SRL	Punho	99
					Cotovelo	100
					Ombro	100
					Tronco	98
					Coxofemorais	93
					Joelho	93
					Tornozelo	89
Traçamento		25	3.029	SRL	Punho	99
					Cotovelo	100
					Ombro	100
					Tronco	18
					Coxofemorais	80
					Joelho	100
					Tornozelo	100
Abastecimento/ Afição de Corrente		10	2.551	SRL	Punho	100
					Cotovelo	100
					Ombro	100
					Tronco	99
					Coxofemorais	96
					Joelho	97
					Tornozelo	96

Obs.: SRL = postura sem risco de lesão nas articulações

Em todas as fases da atividade avaliada a força de compressão sobre o disco L5-S1 da coluna vertebral foi abaixo do limite máximo recomendado, indicando não haver risco de lesão nas articulações. Mesmo assim, tais valores indicam que os trabalhadores podem ainda serem 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).

Ao analisar os riscos de lesões nas articulações para as diferentes fases da atividade avaliada, verificou-se que todas elas se destacaram negativamente por apresentar alto risco de

lesões para os membros inferiores, tendo sido demonstrado que, em média, apenas 70% dos trabalhadores são capazes de exercer essa função sem risco de lesões para tais articulações (coxofemorais, joelhos e tornozelos). Ainda, merece destaque negativo o elevado risco de lesão ao tronco nos trabalhadores na fase de traçamento de toretes durante a derrubada de árvores do cerrado com motosserra.

Um dos causadores de tais distúrbios pode estar associado ao caráter repetitivo das tarefas, porém não é o único elemento a que se atribui essas disfunções musculoesqueléticas. Podem ter relações com a postura e com a força exigidas pelas tarefas e fatores ambientais, como a temperatura ambiente e os terrenos irregulares. Esta observação vai de encontro aos resultados apresentados por Schettino et al. (2015), quando concluíram que o fato dos trabalhadores permanecerem em posturas assimétricas de tronco e utilizarem em excesso os membros superiores para manusear e transportar materiais foram os responsáveis pela alta incidência de lombalgias e lesões às articulações dos trabalhadores.

A sobrecarga postural nos trabalhadores se caracteriza quando estes se encontram 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 dos membros superiores e inferiores (TORRES et al., 2014), chegando até mesmo a ocasionar a invalidez permanente para o trabalho. Todas as fases da atividade avaliada neste estudo, por suas condições intrínsecas, obrigam os trabalhadores a adotarem posturas forçadas, o que por sua vez, levam a sobrecarga postural.

As funções que exigem movimentos repetitivos de flexão associada à rotação de tronco e posturas de trabalho estáticas e assimétricas também são importantes fatores de risco para a ocorrência de lesões nas articulações e na coluna vertebral, segundo os resultados apresentados. Segundo Chaffin et al. (2001), movimentos de flexão de tronco em grandes amplitudes constituem fator de risco para a coluna vertebral. A adoção de posturas incorretas no trabalho florestal e, ainda, o manuseio de cargas com pesos acima dos limites máximos permitidos, tanto esporádica quanto continuada, situações observadas neste estudo, provocam dores, deformam as articulações e causam artrites, além da possibilidade de incapacitar o trabalhador (COUTO, 2002).

Há que se considerar, ainda, as posturas adotadas e necessárias para o desenvolvimento das atividades. Quando se adota determinada postura ou realiza-se um movimento no posto de trabalho, diversos músculos, ligamentos e articulações do corpo são acionados. Assim, movimentos ou posturas incorretas produzirão tensões mecânicas nos músculos, ligamentos e

articulações, ocasionando dores nos ombros, punhos, costas, pescoço e em outras regiões do sistema musculoesquelético (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Vários estudos realizados, de acordo com Kroemer e Grandjean (2005), permitem concluir que os esforços estáticos excessivos e repetitivos estão relacionados ao aumento do risco de: inflamação nas articulações devido ao estresse mecânico; inflamação nos tendões ou nas extremidades dos tendões (tendinites ou tenossinovite); inflamação nas bainhas dos tendões; processos crônicos degenerativos, do tipo artroses nas articulações; espasmos musculares dolorosos (cãibras) e; doenças dos discos intervertebrais. Desta forma, resta configurado que os trabalhadores florestais que atuam diretamente na derrubada de árvores com motosserra em áreas de cerrado estão diretamente expostos ao risco de desenvolvimento dessas doenças.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi conduzido, considerando a atividade de derrubada de árvores do cerrado com motosserra, em todas as suas fases, concluiu-se que:

- Apresenta elevado risco ergonômico para os trabalhadores durante o desenvolvimento de todas as fases da atividade, favorecendo o surgimento de lesões e doenças relacionadas ao trabalho.
- Ainda, apresenta elevada carga física de trabalho, tendo sido classificada como pesada, além do risco de desenvolvimento de LER/DORT nos trabalhadores, principalmente nos membros inferiores, além de risco de danos a coluna vertebral nos trabalhadores.
- O ambiente de trabalho estudado proporciona riscos de lesões musculoesqueléticas e de acidentes, indicando a necessidade de reorganização do trabalho e adequação das cargas e posturas adotadas.

REFERÊNCIAS

APUD, E.; GUTIÉRREZ, M.; LAGOS, S.; MAUREIRA, F.; MEYER, F.; ESPINOSA, J. **Manual de Ergonomia Forestal**. Concepción: Laboratorio de ergonomia de la Universidad de Concepción, Chile, 1999.

ASSUNÇÃO, A. A.; CÂMARA, G. R. **A precarização do trabalho e a produção de acidentes na colheita de árvores.** Caderno CRH, Salvador, v. 24, n. 62, p. 385-396, maio/ago. 2011.

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K.; DAHL, H.A.; STROMME, S.B. **Tratado de fisiologia do trabalho:** bases fisiológicas do exercício. Porto Alegre: Artmed, 2006. 560 p.

BARBOSA, R. P.; FIEDLER, N. C.; CARMO, F. C. A.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.4, p.733-738, 2014.

BENAVIDES, F. G.; BENACH, J.; MUNTANER, C.; DELCLOS, G. L.; CATOT, N.; AMABEL, M. Associations between temporary employment and occupational injury: what are the mechanisms? **Occupational Environmental Medicine**, v. 63, n. 6, p. 416-21, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2005.022301>

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

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

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

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. DOI: 10.4322/loram.2011.059

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa.** Brasília: INMET, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep/> Acesso em 20 out. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14318-asi-ibge-apresenta-novaarea-territorial-brasileira-8515767049-km>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. D. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. Ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2016. 833 p.

KATCH, F.I.; McARDLE, W.D. **Nutrição, exercício e saúde**. Rio de Janeiro: Medsi, 1996. 666 p.

KROEMER, K.H.E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Bookman, 2005.

LUCE, M. S. Brasil: nova classe média ou novas formas de superexploração da classe trabalhadora? **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 11 n. 1, p. 169-190, 2013.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, J.R.; YAMAJI, F.M. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, v. 36, n. 2, p. 169-182, 2006.

MENDES, L. T.; FIEDLER, N. C.; BERUDE, L. C.; CARMO, F. C. D. A. D.; JUVANHOL, R. S.; NOGUEIRA, D. F. B. Análise da Vibração Mão-Braço na Colheita Florestal Semimecanizada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v.15, n.1, p. 35-38, Jan-Mar, 2019,

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E. Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos de Cerrado. Boletim eletrônico da EMBRAPA. Doc 195, 2007. 30p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/572251/1/doc195.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L.J.; SCHETTINO, C.F.; PAULA JUNIOR, J.D. Development of a protocol for determining and classifying of the physical workload in forestry activities. In: ICFNRE 2019 - International Conference on Forests and Natural Resources Engineering, 2019 - **Proceedings...** Kuala Lumpur, Malaysia: International Research Conference, 2019. v. 1. p. 434-438.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; CAMPOS, J. C. C. Biomechanical evaluation of semi-mechanized activities of forest establishment in mountain regions of Brazil. In: AREZES, P. M. (Org.). **Occupational safety and hygiene III**. Bakelma: CRC Press, 2015. p. 9-12.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. L.; SOUZA, A. P. Avaliação ergonômica do processo de mensuração florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 575-586, set. 2016.

SANT'ANNA, C. M.;MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de minas gerais. **CERNE**, v.8, n.1, p.115-121, 2002.

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**, v. 16, n. 50, p. 111-115, 2014.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D Static Strenght Prediction Program™**. Version 5.0.9 - Users's manual. Michigan: University of Michigan. 2013.

VAREKAMP, I.; VAN DIJK, F. J. H. Workplace problems and solutions for employees with chronic diseases. **Occupational Medicine**, v. 60, n. 4, p. 287-293, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/occmed/kqq078>