

AVALIAÇÃO DE CARGA FÍSICA DOS OPERADORES DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO LITORAL LESTE DO CEARÁ

DEIVIELISON XIMENES SIQUEIRA MACEDO¹, VIVIANE CASTRO DOS SANTOS², LEONARDO DE ALMEIDA MONTEIRO³, JEFFERSON AUTELIANO CARVALHO DUTRA⁴, WESLEY ARAÚJO DA MOTA⁵

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. derilsiqueira@hotmail.com

² Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. vihcs@live.com

³ Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. aiveca@ufc.br

⁴ Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. jeffersoncarvalho@hotmail.com

⁵ Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. agronomowesley@gmail.com

RESUMO: Cada vez mais o uso do trator é indispensável na cadeia produtiva da maioria das culturas de interesse econômico. Esse crescente uso dos tratores reflete não só no aumento da produtividade, mas também no risco ao quais os operadores de máquinas agrícolas estão sujeitos. Entre os vários problemas, pode-se citar a carga física, atividades consideradas pesadas que podem causar tonturas, náuseas e até mesmo desmaio, aumentando e muito o risco de acidentes, uma forma de avaliar essa carga física é através da análise de frequência cardíaca. A partir dessas informações, objetivou-se avaliar a carga de trabalho físico em diferentes atividades com o trator, verificando se essas atividades são insalubres para o operador de máquinas agrícolas. O trabalho foi conduzido na macrorregião do litoral leste do Ceará. A carga física de trabalho foi mensurada por meio de levantamento de frequência cardíaca dos operadores nas atividades de gradagem, pulverização e colheita/transporte de coco. As atividades de pulverização e colheita foram classificadas como leves e a gradagem foi classificada como moderadamente pesada. A atividade de colheita foi a que exigiu menor esforço por parte dos operadores. Nenhuma das atividades se mostrou insalubre e nem precisou de tempo de descanso, porém a atividade de gradagem foi considerada moderadamente pesada para as condições do estudo, havendo a necessidade de uma atenção maior com essa atividade.

Palavras-chave: Frequência Cardíaca, Trator. Ergonomia.

PHYSICAL CHARGE ASSESSEMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY OPERATORS IN THE EAST LARGE COAST OF CEARÁ

ABSTRACT: Tractor use is increasingly indispensable in the production chain of most economic interest. The rising tractors use reflects not only the productivity increase but also the risk to which agricultural machinery operators are subject. Among several risks, can be mentioned the physical load, activities considered heavy, that can cause dizziness, nausea and even fainting, increasing the accidents risk. One way to evaluating this physical load is through the heart rate analysis. From this information, the aim of this work was to evaluate the physical workload in different activities with tractor, verifying if these activities are unhealthy for agricultural machine operator. The work was conducted on the eastern coast of Ceará. The physical work load was performed by means of operators' heart rate survey activities of harrowing, spraying and coconut harvesting and transport. Spraying and harvesting activities were classified as light and harrowing was classified as moderately heavy. Harvest activity was the one that demanded less effort from operators. None of the activities were unhealthy and did not require rest time, however harrowing activity was

considered moderately heavy by study conditions thus, there is a need for a greater attention with this kind of activity.

Keywords: Heart Rate, Tractor, Ergonomics.

1 INTRODUÇÃO

A operação de um trator exige muito dos operadores de máquinas agrícolas, seus movimentos operacionais podem ser considerados repetitivos como mudanças de alavancas, empurrar as pernas para movimentação de pedais, realizar giros com o corpo para verificação do trabalho e todo esse esforço pode ser intensificado de acordo com a postura do operador que vai depender do modelo, máquina e posição do mesmo no posto de operação (JAMSHIDI, ABDOLLAHI e MALEKI, 2017).

Associado ao esforço do operador, longas jornadas de trabalho e estresse diário podem ocasionar lapsos de atenção tornando-o mais suscetível a sofrer acidentes (MACEDO *et al.*, 2016). As tarefas realizadas pelo operador necessitam diferentes demandas fisiológicas do mesmo, sendo que a tarefa e o local de trabalho determinam as posturas e criam um padrão de cargas nas estruturas corporais do indivíduo (MEHTA e TEWARI, 2015) essas cargas físicas associadas a ambientes e condições de trabalho desfavoráveis podem causar lesões ou mesmo doenças ocupacionais (FALLAHI *et al.*, 2016).

Atividades consideradas pesadas, ou seja, que imponham uma alta carga física do trabalhador quando realizadas várias vezes e em um período grande de tempo podem causar um desequilíbrio nos sistemas de controle biológico do corpo, ocasionando uma grande dificuldade na manutenção do controle do organismo (ANTONELLI *et al.*, 2011).

Durante essas atividades, de grande esforço cardiovascular, o fluxo sanguíneo para o coração pode ser prejudicado; como consequência disso, o trabalhador pode ter tontura, câibras, dores musculares, tremores, lombalgias e até desmaios, fora a possibilidade de diminuir a atenção, podendo causar acidentes (FIEDLER *et al.*, 2015). A falta de atenção é uma das principais causas de

acidentes com máquinas agrícolas, como apontam Macedo *et al.* (2015).

A carga física é um dos primeiros problemas tratados pela fisiologia do trabalho, tem grande foco mundialmente, mesmo para os trabalhadores que possuam uma exigência física menor em seu ofício, e tem como um dos principais indicadores de avaliação a frequência cardíaca (FIEDLER e VENTUROLI, 2002).

A análise ergonômica do trabalho é uma forma de amenizar esses problemas, ela tem por objetivo entender melhor como uma atividade está sendo realizada sob o ponto de vista do esforço físico ao qual o trabalhador está submetido e as posturas adotadas pelo mesmo, de forma que possa ser tomada a melhor decisão para as melhorias de conforto, segurança e saúde do mesmo (OLIVEIRA, LOPES e RODRIGUES, 2014).

Objetivou-se com o presente avaliar a carga de trabalho físico em diferentes atividades com o trator, verificando se essas atividades são insalubres para o operador de máquinas agrícolas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedades com plantações de coco nos municípios de Camocim, Itapipoca, Itarema e Acaraú pertencentes à macrorregião do litoral leste do estado do Ceará, sendo desenvolvido pelo Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas – LIMA na região.

Realizou-se o monitoramento dos batimentos cardíacos, com um monitor cardíaco marca Polar e modelo CS 300. O equipamento utilizado é formado por três partes: um receptor digital de pulso, uma correia elástica e um transmissor com eletrodos. O transmissor, por meio da correia elástica, emite os sinais de frequência que são captados pelo receptor de pulso em intervalos de tempo predeterminados.

Para a coleta dos dados de frequência cardíaca, o monitor foi fixado no tórax do trabalhador, na altura do peito, no início da execução da atividade e retirado logo após o término da referida atividade; no pulso era colocado o relógio que marca a frequência cardíaca.

O aparelho era colocado abaixo do peito do operador, dez minutos antes de o operador começar o serviço. Passado o tempo era feita a primeira leitura de frequência cardíaca, assim que ele fosse começar o serviço, a retirada do equipamento era realizada no seu período de intervalo, quatro horas após a primeira leitura e logo após ele descer do trator para o descanso, sendo contabilizadas as leituras realizadas nesse intervalo de tempo.

As atividades realizadas pelos operadores durante a coleta de dados foram: operações de colheita (carreta), preparo do solo (gradagem) e tratos culturais (pulverização).

A partir dos dados coletados, foi possível calcular e avaliar a carga física de trabalho do operador em cada atividade a carga física foi determinada a partir da frequência cardíaca do trabalhador, quando em operação com as máquinas e em repouso) e obter-se a carga cardiovascular no trabalho, que representa a porcentagem da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima tolerável para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, de forma a ocasionar uma melhoria dos seus níveis de saúde, bem-estar e satisfação. Para tanto, utilizou-se metodologia proposta por Apud (1989), a qual leva em consideração a carga cardiovascular (Equação

1), a frequência cardíaca máxima (equação 2) e a frequência cardíaca limite (Equação 3) em bpm para carga cardiovascular a 40%. Caso alguma atividade exceda a carga vascular de 40% da frequência cardíaca limite, será utilizada a equação 4 para normalizar o tempo de repouso necessário na atividade.

$$CCV = (FCT - FCR * 100) / FCM - FCR \quad (1)$$

Onde:

CCV = carga cardiovascular, em %;

FCT = frequência cardiovascular de trabalho, em bpm (batimentos por minuto);

FCR = frequência cardíaca em repouso;

FCM = frequência cardíaca máxima.

$$FCM = 220 - idade \quad (2)$$

Onde:

FCM = frequência cardíaca máxima.

$$FCL = 0,40 * (FCM - FCR) + FCR \quad (3)$$

Onde:

FCL = frequência cardíaca limite.

$$Tr = Ht * (FCT - FCL) / FCT - FCR \quad (4)$$

Onde:

Tr = tempo de repouso, descanso ou pausa, em minutos;

Ht = duração do trabalho em minutos.

Para classificar a atividade em relação ao seu grau de intensidade em relação à frequência cardíaca média utilizou-se a Tabela 1 segundo Couto (2002).

Tabela 1. Classificação de operação segundo a frequência cardíaca no trabalho

FREQUÊNCIA CARDÍACA	CLASSIFICAÇÃO DA ATIVIDADE
<75	Muito Leve
75-99	Leve
100-124	Moderadamente Pesado
125-150	Pesado
>150	Extremamente Pesado

Fonte: COUTO, 2002.

Para determinar a quantidade mínima de operadores necessários para amostragem a 5% de significância foi utilizada a metodologia de curvas características operacionais (HINES *et al.*, 2006) onde, a partir da equação 5, foi possível encontrar um valor d.

$$d = |\mu_1 - \mu_2| \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad (5)$$

Onde:

d = erro médio padrão;

μ_1 = média;

μ_2 = média;

σ_1^2 = desvio-padrão;

σ_2^2 = desvio-padrão.

Os valores de média e desvio padrão foram obtidos através dos dados de Fiedler *et al.* (2012), encontrando um valor “d” de 1,2, então foi obtido um número mínimo de 8 amostras, número esse de operadores utilizados no trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se as informações referentes à frequência cardíaca em repouso (FCR), frequência cardiovascular de trabalho (FCT), frequência cardíaca máxima (FCM), carga cardiovascular (CCV), frequência cardíaca limite (FCL), tempo de repouso (TR) e classificação em relação ao grau de esforço das três atividades realizadas.

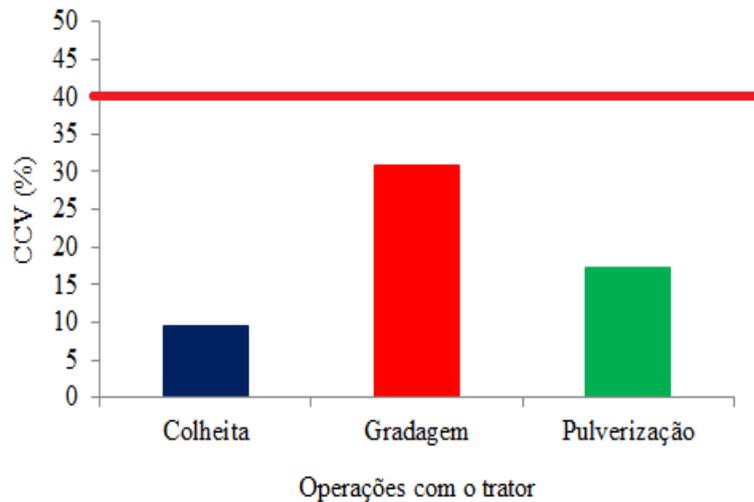
Tabela 2. Avaliação da carga física de trabalho nas operações realizadas.

Avaliações	Colheita	Gradagem	Pulverização
FCR	88,2	87,5	82,25
FCT	97,5	114,125	99,75
FCM	184	184	184
CCV(%)	9,41296	30,7301	17,199
FCL	127,72	126,1	122,95
TR	-	-	-
CLASSIFICAÇÃO DA ATIVIDADE	Leve	Moderadamente Pesado	Leve

As atividades de colheita e de pulverização foram classificadas como atividades leves, já o preparo do solo através da grade foi classificado como moderadamente pesado. Esse resultado difere do encontrado por Sousa *et al.* (2013), os pesquisadores avaliando aração e gradagem classificaram a atividade com grade como leve, isso pode

ocorrer devido à diferença do tamanho das grades avaliadas, ou mesmo das características físicas dos operadores.

Na Figura 1 encontra-se a carga cardiovascular dos operadores para as atividades de gradagem, pulverização e colheita/ transporte.

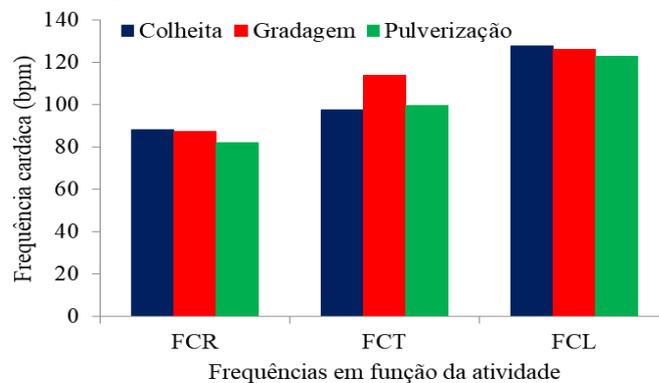
Figura 1. Carga Cardiovascular nas operações.

Avaliando a Figura 1 percebe-se que nenhuma das três atividades realizadas excedeu o valor de 40% de carga cardiovascular, não havendo necessidade de cálculo de tempo de repouso para o operador, todavia a operação de gradagem se mostrou próxima deste valor e muito acima das demais atividades, isso pode ser justificado pelo número maior de vezes em que o operador deve se virar para analisar se o trabalho realizado pelo equipamento está correto.

Comparando a Figura 1 e Tabela 2 com a Tabela 1 pode-se perceber que a atividade de colheita/transporte, não requer muito esforço do operador, por isso foi classificada por Couto (2002) como leve; este fato ocorre porque o operador trabalha com o trator a

baixas rotações, o que diminui a vibração sobre o mesmo, não precisa estar se retirando da máquina ou com excessivos movimentos giratórios do corpo, já que o operador só tem que acompanhar a linha de plantio enquanto outros funcionários carregam a carreta, ficando o esforço maior por parte de quem carrega a carreta. A jornada de trabalho de 8 horas foi inferior a 110 bpm, como recomenda Couto (1995), frequência limite para integridade física.

Na Figura 2 encontra-se a comparação entre frequência cardíaca em repouso (FCR), frequência cardiovascular de trabalho (FCT) e a frequência cardíaca limite (FCL) nas três atividades através de gráficos de análise de frequência.

Figura 2. Frequências em função da atividade.

A atividade de gradagem foi a atividade que teve maior porcentagem de carga e frequência cardiovascular de trabalho, porém se encontra abaixo do limite estabelecido por Apud (1989), 40%, mas isso não significa que

o operador não esteja sujeito a sobrecarga física impostas pela alta rotação de trabalho, vibração e ruído gerados na atividade são exemplos de problemas que podem ocasionar enfermidades e em alguns até a aposentadoria

do operador (APUD, 1989), para o operador estar livre do esforço físico, seria necessária uma avaliação de vibração e ruído incidindo sobre o operador nessa atividade. A frequência cardíaca média da atividade foi acima de 110 bpm, quando os trabalhadores são expostos a estas situações podem comprometer a integridade de sua saúde, ficando suscetíveis a DORTs, estresse, cansaço mental, problemas cardiovasculares, dentre outros problemas.

Santos et al. (2016) relatam que diferentes variáveis como tipo de solo trabalhado, velocidade e rotação do trator podem alterar a vibração incidente na atividade de gradagem, o que pode aumentar ou diminuir o desgaste sofrido pelos operadores de máquinas agrícolas.

A pulverização foi classificada como uma atividade leve e teve uma carga cardiovascular inferior a 40%, o que não impõe grandes riscos ao operador em relação ao esforço físico, porém é uma atividade com risco alto devido aos produtos químicos envolvidos, sendo obrigatório o uso de equipamento de proteção individual (EPI) pelo operador. Camacho e Mejia (2017) relatam que a pulverização mal realizada causa, em

curto prazo, aumento de doenças dermatológicas e respiratórias. Além disso, por conta do EPI há um desconforto térmico no operador, sendo necessárias verificações sobre a temperatura incidente e sensação térmica do operador para saber se o mesmo está em uma atividade insalubre.

Normalmente, alguns operadores não estão só sujeitos a esforços na sua carga horária de trabalho, mas também no percurso casa-trabalho, trabalho-casa, o que pode gerar problemas físicos, fadiga e outros malefícios antes de começarem suas atividades na empresa.

4 CONCLUSÃO

Nenhuma das atividades se mostrou insalubre e nem precisou de tempo de descanso, porém a atividade de gradagem foi considerada moderadamente pesada para as condições do estudo, havendo a necessidade de uma atenção maior em relação a essa atividade, sendo prudente a recomendação de pequenos intervalos quando estiver realizando essa atividade por longos períodos de tempo.

5 REFERÊNCIAS

ANTONELLI, B. A.; XAVIER, A. A. P.; SILVA, T. F. A.; RAMOS JÚNIOR, B.; SKITTBERG, L. C. Avaliação da carga de trabalho físico em trabalhadores de uma fundição através da variação da frequência cardíaca e análise ergonômica do trabalho. *Ação Ergonômica*, v. 6, n. 2, p.18-23, 2011.

APUD, E. **Guidelines on ergonomics study in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241 p.

CAMACHO, A.; MEJÍA, D. The health consequences of aerial spraying illicit crops: The case of Colombia. *Journal of Health Economics*, v. 54, n. 7, p. 147-160, 2017.

COUTO, H. A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho: o manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo editora, 1995, v. 1. 353 p.

COUTO, H. A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: Ergo editora, 2002, 202 p.

FALLAHI, H.; ABBASPOUR-FARD, M. H.; AZHARI, A.; KHOJASTEHPUR, M.; NIKKHAH A. Ergonomic assessment of drivers in MF285 and MF399 tractors during clutching using algometer. *Information processing in agriculture*, v. 3, n. 1, p. 54-60, 2016.

- FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F. Avaliação da carga física de trabalho exigida em atividades de fabricação de móveis no distrito federal. **Cerne**, v.8, n. 2, p.117-122, 2002.
- FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; PAULA, E. N. S. O.; GONÇALVES, S. B.; CARMO, F. C. A.; MAZIEIRO, R. Análise da carga de trabalho físico em atividades de implantação florestal em áreas declivosas. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 241-248, 2012.
- FIEDLER, N. C.; ALEXANDRE FILHO, P. C. R. T.; GONÇALVES, S. B.; CARMO, F. C. A.; LACHINI, E. Análise biomecânica da carga e descarga manual de madeira de eucalipto. **Pesquisa agrárias e ambientais**, v. 3, n. 3, p. 179-184, 2015.
- HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M. BORROR C M (2006). **Probabilidade e estatística na engenharia**. Traduzido: Flores V R L F. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC. 588p. Título Original: Probability and Statistics in Engineering.
- JAMSHIDI, N.; ABDOLLAHI, S. M.; MALEKI, A. A survey on the actuating force on brake and clutch pedal controls in agricultural tractor in use in Iran. **Polish Annals of Medicine**, v.23, n.2, p. 113-117, 2017.
- MACEDO, D. X. S.; MONTEIRO, L. A.; SANTOS, V. C.; CHIODEROLI, C. A.; ALBIERO, D. Characterization of accidents involving tractors in Brazilian federal highways in the state of Minas Gerais. **African Journal**, v. 31, n. 10, p. 3049-3055, 2015.
- MACEDO, D. X. S.; MONTEIRO, L. A. SANTOS, V. C.; COSTA, E.; DUTRA, J. A. C. Acidentes com tratores nas rodovias federais no estado de Goiás. **Energia na Agricultura**, v. 31, n. 3, p. 223-230, 2016.
- MEHTA, C. R.; TEWARI, V. K. Biomechanical model to predict loads on lumbar vertebra of a tractor operator. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 47, n. 5, p. 104-116, 2015.
- OLIVEIRA, F. M.; LOPES, E. D.; RODRIGUES, C. K. Avaliação da carga de trabalho físico e biomecânica de trabalhadores na roçada manual e semimecanizada. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 419-425, 2014.
- SANTOS, V. C.; MONTEIRO, L. A.; MACEDO, D. X. S.; MELO, R. P.; QUEIROZ, M. L.S. Avaliação da exposição do operador a vibração na operação de gradagem. **Energia na Agricultura**, v.31, n. 4, 2016.
- SOUSA, R. B. C.; MONTEIRO, L. A.; BARBOSA FILHO, J. A.; SOUZA, F. H.; SILVA JUNÍOR, J. M. S. **Avaliação do esforço físico na saúde do trabalhador em operações mecanizadas**. XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola-CONBEA, Fortaleza, 2013, 4f.