



UFSM - CEFD

**PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ATIVIDADE FÍSICA DESEMPENHO MOTOR
E SAÚDE**

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, AGREGAÇÃO PLAQUETÁRIA E
FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE OPERADORES DE
TRATORES AGRÍCOLAS**

LAURIANO CECCHIN WARTH

SANTA MARIA, RS ,BRASIL

2010

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, AGREGAÇÃO PLAQUETÁRIA E
FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE OPERADORES DE
TRATORES AGRÍCOLAS**

por

Lauriano Cecchin Warth

Manuscrito Apresentado ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito final para obtenção do grau de

Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde

Orientadora: Prof^a.Dr^a. Maria Amélia Roth

Santa Maria, RS, Brasil

2010

RESUMO

O presente estudo buscou determinar o comportamento da pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), força de prensão manual e agregação plaquetária de operadores de tratores agrícolas em um ambiente semelhante ao de trabalho. Participaram deste estudo seis sujeitos homens saudáveis 22,66±0,81 anos; 71,83±4,98 Kg; 178,08±6,18 cm universitários com prévia experiência no manuseio de tratores agrícolas. Os operadores realizaram um percurso de total de 960m sendo dividido em 6 percursos sendo os três primeiros realizados em 3ª marcha reduzida com velocidade média de 4,66 Km/h e os três últimos em 1ª marcha reduzida com velocidade média de 5,56Km/h onde foi aferida a PA, FC, força de prensão manual e agregação plaquetária antes e após o término do percurso total, e entre cada percurso a PA e FC. A comparação entre mesmo grupo foi por meio do teste t de *Student* para amostras pareadas e análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas sendo adotado nível de significância de 0,05. A pressão arterial sistólica alterou-se significativamente no (P3V1) 140,83±4,91(P< 0, 013), percurso 4 velocidade 2 (P4V2) 143,33±5,16(P< 0, 003), percurso 5 velocidade 2 (P5V2) 145± 5,47(P<0, 001) e também após o ultimo percurso 141,67±9,83 (P< 0, 008). A pressão arterial diastólica apresentou diferenças significativas do período de repouso para o P4V2 98,33±7,52(P<0, 019), P5V2 98,33±7,52 (P<0, 019). A frequência cardíaca não sofreu alterações em relação ao repouso. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas na força de prensão manual e na agregação plaquetária. Conclui-se que o ambiente de trabalho de operadores de máquinas agrícolas provocou alterações na pressão arterial, mas não produziu alterações significativas na frequência cardíaca, força de prensão manual e agregação plaquetária.

Palavras-chave: Operadores de máquinas agrícolas, Pressão arterial, Frequência cardíaca, Força de prensão manual, Agregação plaquetária.

1. INTRODUÇÃO

O ser humano está diariamente exposto a vibrações em diversos ambientes e que se classificam no modo como elas são transmitidas ao corpo humano, sendo através da vibração de corpo inteiro e a vibração transmitida pelas mãos (FERNANDES & MORATA, 2002). A vibração de corpo inteiro é caracterizada pelo contato do corpo humano com uma superfície que está vibrando e a vibração transmitida pelas mãos dá-se quando a vibração é absorvida em contato com as mãos (BOVENZI, 2005).

Os efeitos da vibração no organismo humano dependem de diversos fatores, em particular da intensidade das vibrações, dos limites de frequência, direção, ponto de penetração, tempo e forma de aplicação diária, bem como do tempo em que o profissional vem se submetendo à exposição (SEBASTIÃO, 2007).

Segundo Bovenzi (2005) além das características físicas da vibração, credita-se que há alguns outros fatores que estão relacionados aos efeitos prejudiciais da vibração, como a duração da exposição, o padrão de exposição, o tipo de ferramentas, processos ou veículos que produzem à vibração, as condições ambientais, a resposta dinâmica do corpo humano assim como as características individuais.

O corpo humano reage a vibrações de formas diferentes. A sensibilidade às vibrações longitudinais (ao longo do eixo z da coluna vertebral) é distinta da sensibilidade transversal (eixos x ou y, ao longo dos braços ou através do tórax). Em cada direção, a sensibilidade também varia com a frequência, onde para determinada frequência, a aceleração tolerável é diferente daquela observada em outra frequência (VENDRAME, 2006).

As vibrações severas sofridas pelas mãos podem provocar danos neurológicos, circulatórios modificações da força muscular e da destreza manual, por outro lado as vibrações aplicadas ao corpo todo podem provocar ressonâncias nas partes internas do corpo e solicitar principalmente os músculos e esqueletos (coluna vertebral) (XIMENES & MAINIER, 2005). A exposição do corpo humano à vibração ainda podem gerar alterações fisiológicas como na frequência cardíaca e

na pressão arterial (KUBO et al., 2001; MAIKALA & BHAMBHANI, 2007; PEREIRA & OLIVEIRA,2010).

Neste contexto encontram-se os operadores de máquinas agrícolas que constantemente estão expostos às vibrações no corpo durante as atividades do meio agrícola, principalmente em épocas de manejo e colheita onde a jornada de trabalho é prolongada sem o devido descanso, fato que pode trazer agravantes tanto a saúde como a qualidade de vida do trabalhador. Metha (2005) relata que o tempo de exposição de operadores de máquinas agrícolas não deveria exceder 2,5 h durante atividades de arar e semelhantes sendo que o aumento do tempo de exposição pode causar um severo desconforto, dor e dano.

Os tratores e as máquinas agrícolas, em geral, produzem vibrações de baixa frequência que são transmitidas para o posto do operador. Estas frequências podem gerar problemas de visão, irritabilidade, deformações lombares e problemas digestivos (FILHO et al., 2003). Observa-se que os níveis de vibração excessivos, em tratores agrícolas, geram uma sensação incômoda no operador, aumentando sua fadiga física e mental (FERNANDES et al.,2003).

Atualmente apresentam-se inúmeros estudos que possibilitam um maior conhecimento a cerca dos efeitos da vibração sobre o corpo humano, mas em relação à exposição a trabalhadores que operam tratores agrícolas ainda é muito escassa e incompleta. Deste modo o enfoque desta investigação direciona-se para avaliar o comportamento do corpo humano em seus parâmetros fisiológicos, de agregação plaquetária e de força de preensão manual quando exposto a vibrações na condução de um trator agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo seis sujeitos homens saudáveis 22,66±0,81 anos; 71,83±4,98 Kg; 178,08±6,18 cm universitários com prévia experiência no manuseio de tratores agrícolas, que aceitaram participar voluntariamente do

experimento e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM número do protocolo 23081.008879/2009-27.

Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido na região central do estado do Rio Grande do Sul, no município de Santa Maria. Cada sujeito teve um volume total de trabalho ao conduzir o trator agrícola com média de 20 minutos percorrendo uma distância média de 960m. Este volume total dividiu-se em seis percursos, os três primeiros realizados em 3ª marcha reduzida com velocidade média de 4,66 Km/h e média de aceleração eficaz de 0, 579 m/s², os três últimos percursos realizados em 1ª marcha reduzida com velocidade média de 5,56 Km/h e média de aceleração eficaz de 1, 170 m/s². A frequência da vibração durante o experimento permaneceu entre 1 a 561 Hz.

Caracterização do solo da área

O experimento foi conduzido em dois diferentes tipos de condição da superfície do solo para a operação agrícola a qual se realizou, um solo firme onde não foi realizado nenhuma operação agrícola antes do experimento e um solo lavrado com um arado de três discos criando um micro-relevo de solo lavrado.

Caracterização do Trator

O trator utilizado no experimento era um trator Massey Ferguson, modelo 275, ano 1987, com massa total de 2413 Kg, equipado com um motor Perkins com 4 cilindros em linha, aspirado, com potência rotacional de 56,6kW (77 CV). O trator não apresentava lastro metálico dianteiro ou traseiro e com adição de lastro liquido nas rodas motrizes traseiras, o tanque, o radiador e os reservatórios de fluídos de lubrificação e hidráulicos estavam cheios. Os pneus utilizados no experimento são

da marca BF GOODRICH Special Service 18.4-30 R2 nas rodas traseiras, com profundidade das garras de 68 mm e pneus GOODYEAR SuperRibTractor 7.5-16 nas rodas dianteiras.

Medição e análise da vibração

A medição da exposição do operador do trator à vibração de corpo inteiro obteve-se por meio do sistema de medição e análise da vibração RT Pro Photon 6.30 que realiza leituras simultâneas triaxiais nos eixos x, y e z conforme as normas da ISO 2631-1:1997.

O sistema RT Pro Photon 6.30 é composto por um acelerômetro triaxial fixado em um *seatpad*, placa rígida e plana de 250 mm com proteção para o acelerômetro, colocado entre a superfície do assento do banco e o operador, este mede as vibrações no eixo longitudinal (x), lateral (y) e vertical (z) e por um acelerômetro da base do banco, dentro da projeção vertical da superfície do assento do trator, conforme prevê a diretiva 78/764/CEE.

Os dados referentes a vibração foram obtidos ao longo do trajeto determinando totalizando 150 ensaios por passagem em cada área e sendo posteriormente filtrado em bandas de 1/3 de oitava. O programa de aquisição dos dados utilizou-se de uma placa de aquisição e conversão de dados, permitindo selecionar o processo de varredura da placa A/D e salvar os dados automaticamente, canal por canal, para posteriormente ser feito o processamento e o tratamento dos dados, possibilitando obter e estudar os parâmetros de avaliação definidos.

Parâmetros antropométricos, fisiológicos e de força muscular

A massa corporal foi medida através de uma balança antropométrica ARJA[®] com resolução de 100 gramas e a altura através estadiômetro SANNY[®] com resolução de seguindo os procedimentos de Alvarez & Pavan, (2003). Para a

mensuração das circunferências da cintura e do quadril foi utilizada uma fita métrica sem trava SANNY®, com precisão de 1 mm.

O percentual de gordura foi mensurado através das dobras cutâneas através de um Adipômetro Científico SANNY® utilizando o protocolo de Petroski (1995).

Para aferição da pressão arterial foi utilizado método auscultatório, utilizando esfigmomanômetro aneróide SOLIDOR® e estetoscópio TEEHLINE® Solidor. A frequência cardíaca foi mensurada através frequencímetro POLAR®.

A força muscular isométrica foi medida pelo dinamômetro CROWN® com capacidade de 100 Kgf e divisões de 1kgf verificando o nível de força isométrica de ambas as mãos realizando uma tentativa em cada mão.

Agregação plaquetária

Para a realização da agregação plaquetária foram coletados 5 mL de sangue total por punção venosa, sendo este coletado em seringas plásticas de 10 mL e transferidos para 1 tubos de 4,5 mL siliconizado a vácuo contendo anticoagulante citrato de sódio tamponado 0,109M. A agregação plaquetária foi verificada em agregômetro da marca CRONO-LOG duplo canal, standardizado na temperatura de 37°, frente a agentes agonistas. A agregação plaquetária foi realizada dentro das 4 horas após a coleta de sangue, sendo primeiramente obtido o plasma rico em plaquetas, por centrifugação a 1000 RPM durante dez minutos e depois o plasma pobre em plaquetas por centrifugação a 3500 RPM durante 15 minutos. O agonista utilizado foi o ADP nas concentrações de 2,5 e 5,0 μ M.

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análises descritivas, que compreenderam valores de média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi confirmada mediante teste de *Shapiro Wilk*. A comparação entre mesmo grupo foi por meio do teste t de *Student* para amostras pareadas e análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. O nível de significância adotado foi

de 0,05. Utilizou-se o pacote estatístico SPSS *for Windows* versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EUA).

Procedimentos experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos sujeitos que aceitaram participar do estudo por livre e espontânea vontade.

A caracterização da amostra deu-se através de aspectos de identificação e das medidas antropométricas dos sujeitos sendo composta por voluntários em idade laboral, sem problemas de saúde. Inicialmente a amostra era composta de 7 sujeitos, mas devido ao uso de medicamentos que poderia interferir no resultado um foi descartado.

Após a caracterização da amostra, o estudo desenvolveu-se no campo, onde foi realizada a aquisição dos dados da medição dos níveis de vibração na interface ser humano-banco, obtidos a partir dos testes realizados ao longo do processo de determinada operação agrícola, em condições reais de trabalho.

Primeiramente o sujeito assumiu a posição sentada para experimento selecionada pelo próprio sujeito como a mais confortável, sem auxílio de apoios e com os pés apoiados no piso. Após estar acomodado no trator agrícola foi mensurada a frequência cardíaca, a pressão arterial e a força de preensão manual. Dando prosseguimento ao experimento realizou-se um percurso de ida e volta perfazendo uma distância aproximada de 160 metros que consistia de dois tipos de terrenos sendo um de solo firme e de um solo preparado. Durante o trajeto os sujeitos foram sempre orientados a manter a velocidade constante. Foi realizado um total de seis vezes o percurso sendo que imediatamente ao final de cada, era aferida a pressão arterial e a frequência cardíaca e ao término do percurso total mensurava-se a frequência cardíaca, a pressão arterial e a força de preensão manual.

Os três primeiros percursos foram realizados em 3ª marcha reduzida com velocidade média de 4,66 km/h e os três últimos foram realizados em 1ª marcha reduzida com velocidade média de 5,56 km/h.

Durante o experimento o sujeito permaneceu com um frequencímetro para se obter dados em relação ao comportamento da frequência cardíaca.

A coleta da amostra de sangue para avaliação dos parâmetros bioquímicos foi realizada antes de iniciar as atividades e ao final da última sessão realizada por cada um dos sujeitos, sendo coletada por farmacêutica (o) treinada (o).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores médios e desvio padrão referente às características das variáveis de idade, massa corporal, estatura, percentual de gordura (%G), índice de massa corporal (IMC) e relação cintura quadril (RCQ) do grupo mostrando-se um grupo homogêneo.

Tabela 1 – Valores médios \pm dos dados antropométricos

Variáveis	n=6
Idade (anos)	22,66 \pm 0,81
Massa Corporal (Kg)	71,83 \pm 4,98
Estatura (cm)	178,08 \pm 6,18
%G	11,99 \pm 5,42
IMC (Kg/m ²)	22,68 \pm 1,84
RCQ (cm)	0,80 \pm 0,01

A tabela 2 apresenta os valores médios e desvio padrão da força de preensão manual pré e pós-experimento de ambas as mãos. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 2 – Valores médios \pm da força de preensão manual do repouso e após o percurso total de 960 metros.

Variáveis	Pré-teste (n=6)	Pós-teste (n=6)	p
FM direita	43,50 \pm 4,84	44,00 \pm 4,29	0,681

FM esquerda	40,17±2,40	39,17±2,56	0,229
--------------------	------------	------------	-------

* diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

A figura 1 apresenta os valores médios e desvio padrão da curva de agregação plaquetária em repouso e após o percurso total. Os resultados demonstram que não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas em relação à agregação plaquetária nas duas concentrações de ADP. Quando utilizado uma concentração de ADP 2,5 uM obteve-se uma média de 57,50±14,25 em repouso e 54,17±5,45 após o percurso total, e para a concentração de ADP 5,0 uM obteve-se uma média de 56,50±12,48 em repouso e 56,00±5,62 após o percurso total.

Figura 1 - Agregação Plaquetária

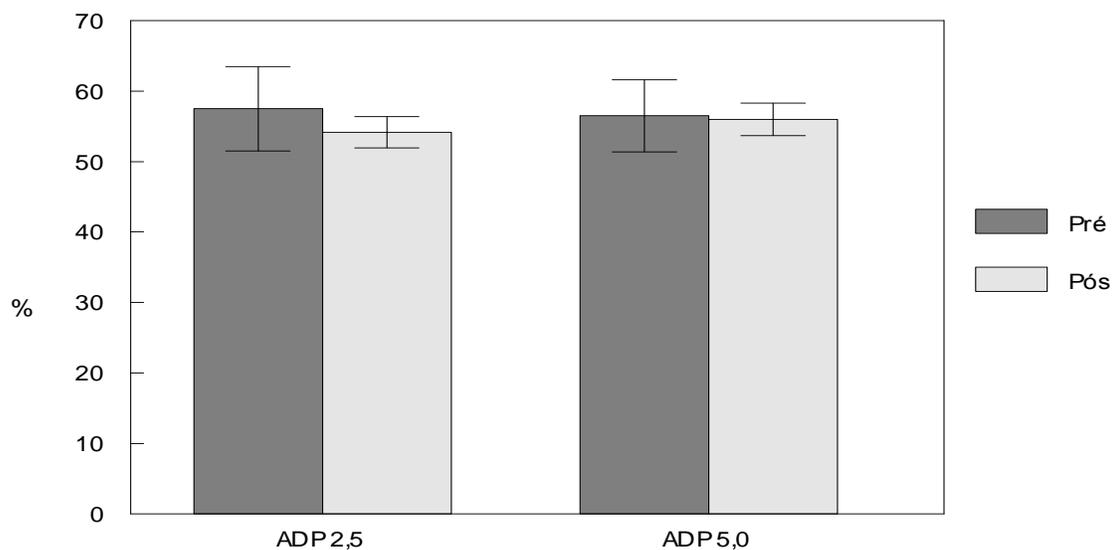


Figura 1 – Valores médios ± da curva de Agregação Plaquetária do repouso e após o percurso total de 960 metros. *diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

A figura 2 apresenta os valores referentes aos parâmetros cardiovasculares em repouso, durante e após o experimento. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na pressão arterial sistólica do período de repouso

121,67±9,83 para o percurso 3 velocidade 1 (P3V1) 140,83±4,91(P< 0, 013), percurso 4 velocidade 2 (P4V2) 143,33±5,16(P< 0, 003), percurso 5 velocidade 2 (P5V2) 145± 5,47(P<0, 001) e também após o ultimo percurso 141,67±9,83 (P< 0, 008). A pressão arterial diastólica apresentou diferenças significativas do período de repouso para o P4V2 98,33±7,52(P<0, 019), P5V2 98,33±7,52 (P<0, 019). A frequência cardíaca apesar de apresentar alterações em relação ao repouso estas não foram estatisticamente significativas.

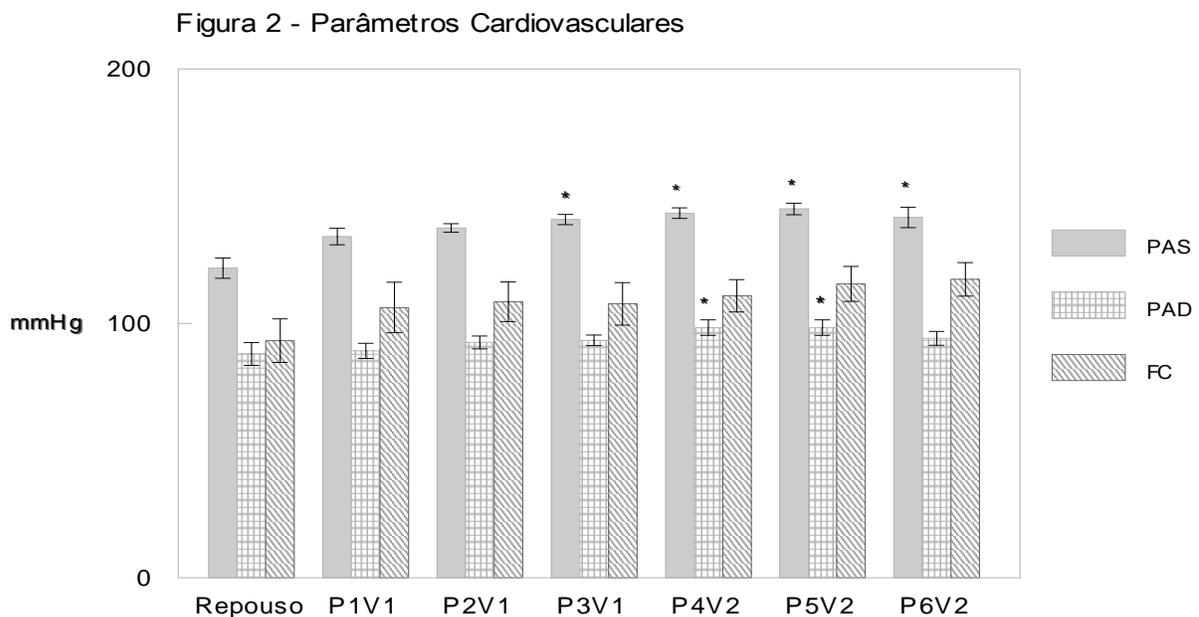


Figura 2 – Valores médios ± da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) no percurso 960m total com aumento progressivo da velocidade (v1-v2), *diferença estatisticamente significativa (p<0,05).

DISCUSSÃO

Atualmente são poucas as informações de como o corpo humano responde quanto os aspectos hemodinâmicos e de fadiga muscular perante a atividade

executada por operadores de tratores agrícolas, em um ambiente que reproduza as condições reais de trabalho. Deste modo, o presente estudo buscou analisar as variáveis de força de preensão manual, de pressão arterial, da frequência cardíaca e da agregação plaquetária em operadores de tratores agrícolas quando expostos a vibração em atividades agrícola.

A força de preensão manual foi avaliada em repouso antes de iniciar a atividade e ao término da mesma em ambas as mãos, não sendo observadas alterações significativas. Um fator que pode ter contribuído para tal resultado deve-se ao fato das vibrações afetarem em menor grau a musculatura, desencadeando reflexos que tem uma função de proteção, onde ocorre um encurtamento do músculo como reação a vibração (FRANCHINI, 2007).

Visto que o período de atividade foi relativamente curto (20 min), comparada ao tempo de atividades agrícolas diárias exercidas pelos operadores de tratores agrícolas, pode-se perceber que o volume e a intensidade de trabalho não foram significativos a ponto de causar um decréscimo na força de preensão manual. Pois Sell et al. (2002 apud FRANCHINI, 2007) relata que durante períodos longos de exposição à fadiga instala-se gradativamente e o reflexo deixa de existir. A atividade de força de preensão ao volante caracteriza-se por uma contração muscular isométrica, onde a musculatura do sistema mão braço gera um tensão sem alterar seu comprimento (MCARDLE et al., 2008) visto os resultados obtidos pode-se atribuir tais resultados uma baixa solicitação da musculatura. Porém não foi utilizado nenhum método que determina - se a ativação da musculatura durante a atividade. Assim devemos levar em consideração que o tipo de atividade, o volume, características individuais a intensidade também são fatores que podem ter contribuído para tal resultado.

Observando que os sujeitos do estudo apresentavam experiência prévia na condução de tratores agrícolas, e que o percurso realizado consistia em deslocamento sem a realização de atividades como arar e plantio. Pode-se supor que a força exercida pelo sistema mão braço dos operadores ao volante pode ter sido menor quando comparada a atividades de manejo. Pois Pyykko et al.(1976)

sugere que o aumento no nível de vibração nas mãos e braços é proporcional para a raiz do cubo da força de compressão.

Apresentando uma linha de pensamento semelhante Reynolds e Soedel (1972) afirmam que embora os níveis de vibração possam diminuir com uma força de pressão maior, a amplitude da força transmitida através das mãos pode aumentar fato este que pode aumentar o risco de lesões.

Não foram verificadas diferenças significativas ao analisarmos o comportamento da curva de agregação plaquetária em relação ao volume total de trabalho de 20 minutos perfazendo uma distância média de 960 metros, quando submetidos a uma frequência de vibração com intervalo de 1 a 561 Hz e aceleração eficaz média de 0,579 para velocidade média de 4,67 km/h (V1) e 1,170 para velocidade média de 5,46 km/h (V2). Os resultados vão ao encontro do que foi observado por Bovenzi et al. (1983) que não verificou nenhuma diferença na agregação plaquetária entre o grupo exposto a vibração (36.9 ± 8.1 anos) que utilizava ferramentas manuais de rebiteagem e moagem e o grupo não exposto a vibração (37.9 ± 7.9 anos). Bovenzi et al (1985) em estudo com 67 operadores de uma fundição com 39.6 ± 7.3 anos que manuseavam ferramentas abrasivas e pneumáticos classificados em diferentes fase da síndrome dos dedos brancos não obteve diferença significativa quando comparados a 46 operadores do grupo controle com 39.6 ± 7.2 anos composto por trabalhadores que trabalhavam na fundição não expostos a vibração. Deve ser levado em consideração que os sujeitos que participaram do nosso estudo eram jovens saudáveis que apresentavam experiência prévia na atividade proposta.

Inúmeros são os fatores citados que podem afetar a atividade plaquetária como a intensidade (CADROY et al., 2002; MÖCHEL et al., 2001) a duração da atividade (MÖCHEL et al., 2001) a aptidão física (CADROY et al., 2002). Porém ainda há muitas controvérsias nos estudos em relação à atividade física e agregação plaquetária.

Observa-se ao pesquisar que ainda são escassos os estudos no que diz respeito à curva de agregação plaquetária em relação à vibração, principalmente a vibração de corpo inteiro em homens saudáveis.

Em relação à pressão arterial sistólica e a pressão arterial diastólica pode-se observar diferenças significativas em relação ao repouso. A pressão arterial sistólica (PAS) apresentou diferenças significativas em comparação do período de repouso para o P3V1, P4V2, P5V2 e após o término do percurso total. A pressão arterial diastólica (PAD) obteve uma variação de manutenção até o P3V1, tendo uma variação significativa em relação ao repouso no P4V2 e P5V2, tornando a diminuir novamente após o término do percurso.

Analisando isoladamente a PAS e PAD, observa-se que as mesmas apresentam um comportamento diferenciado em relação à atividade física, dependendo das características da atividade física ou exercício.

Durante atividades contínuas de intensidade progressiva, a PAS tende a aumentar em proporção direta a intensidade do exercício, devido ao aumento do débito cardíaco e aumento da resistência vascular entre os tecidos metabolicamente ativos (FOSS & KETEVIAN, 2010). Fato este que vai ao encontro dos resultados obtidos uma vez que a PAS aumentou gradativamente ao transcorrer atividade, tendo um aumento significativo a partir do P3V1.

O estresse emocional causado pela prática da atividade pode promover alterações tanto na frequência cardíaca como na pressão arterial (POWERS & HOWLEY, 2000) visto que é uma atividade que causa um estresse físico e mental. O aumento da velocidade a partir do percurso 4 é outro fator que pode ter atuado como um agente estressor contribuindo para o aumento da PAS e PAD.

Rocha et al. (2002) Em estudo com funcionários de uma indústria processadora de madeira com homens adultos normotensos, estes divididos em dois grupos, um grupo com operadores do setor de produção com $27,4 \pm 5,4$ anos e o outro do setor administrativo com $33,2 \pm 7,6$ anos. Os resultados do estudo mostraram um aumento simultâneo da PAS e PAD no grupo de trabalhadores do setor de produção, o que levou a conclusão de que o grupo do setor de produção por estar exposto a um maior estresse ambiental ter maiores elevações da PA e FC em relação ao grupo do setor administrativo.

Podendo sugerir que o ambiente de trabalho na velocidade 2 propiciou um maior estresse ao corpo do condutor observando-se assim os aumentos da PAS e PAD.

Apesar de dispormos atualmente de tratores agrícolas com inúmeros acessórios como o ar condicionado onde se tem como controlar a temperatura ambiente, está não é a realidade encontrada no dia-a-dia da maioria dos trabalhadores. A temperatura ambiente e a umidade são fatores que podem trazer modificações ao sistema cardiovascular uma vez que o ambiente de trabalho no campo não tem controle sobre estas variáveis. Powers & Howley (2000) mencionam que as alterações da pressão arterial que ocorrem durante o exercício é em função do tipo e da intensidade do exercício, da duração e das condições climáticas.

A pressão arterial diastólica (PAD) apresentou uma pequena variação nos percursos realizados na velocidade 1 (V1) ao transpor para a velocidade 2 (V2) observou um aumento significativo da PAD, ao término do percurso ocorreu à diminuição da PAD. A partir do P4V2 a atividade apresentou características de um exercício com um grande componente estático, este aumento tomando como referencia a característica do exercício foi provocado primariamente pelo aumento da resistência periférica vascular (ARAÚJO, 2001) aliado ao aumento do débito cardíaco.

Estas características apresentam-se normalmente em exercícios resistidos, porém quando estes realizados em baixa intensidade apresentam características dinâmicas, enquanto que exercícios em alta intensidade, mesmo que realizados com movimentos articulares apresentam um grande componente estático. (NEGRÃO & BARRETTO, 2009)

Pode-se perceber que estudos a cerca destas variáveis no ambiente de trabalho proposto ainda é pouco desenvolvido, não se obtendo dados referenciais em relação ao comportamento dos parâmetros cardiovasculares. Apesar de ser uma atividade física com características de um exercício dinâmico progressivo, o estresse causado pela atividade física na V2 demonstrou características de um

exercício de alta intensidade apresentando um aumento da pressão arterial sistólica e diastólica e ao término do percurso uma diminuição em ambas.

A medida de frequência cardíaca foi considerada por Porges et al.(1998) como o índice cardiovascular mais sensível a carga de trabalho e a fadiga associada ao ato de dirigir. Observamos o comportamento da frequência cardíaca em diversos momentos, em repouso, durante a atividade agrícola em momentos pré determinados e ao seu término.

Pode-se perceber um aumento da frequência cardíaca ao transcorrer do experimento, porém este aumento não se demonstrou significativo. Em um estudo semelhante desenvolvido por Muzammil et al.(2004) com homens de $26.4 \pm 2,41$ anos conduzindo trator agrícola em diferentes frequências, com e sem implemento aderido ao trator, com terreno seco e molhado observou-se uma relação direta da vibração com a frequência cardíaca sendo que um aumento no nível da vibração produziu um aumento na frequência cardíaca, este aumento foi menos predominante quando não foi utilizado o implemento. O nosso estudo apresenta um volume de trabalho inferior sendo de média de 20 min. enquanto o de Muzzamil apresenta um volume médio de 60 min. para a prática da atividade. Leva-se a crer que o tipo de atividade e o volume pode influenciar diretamente na resposta da frequência cardíaca.

Em um estudo com homens de $29.6 \pm 3,3$ anos saudáveis numa simulação dirigindo em diferentes frequências sem vibração, 1,8 e 6 Hz concluiu que vibrações a 6 Hz influenciam tanto atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático enquanto que vibrações de 1,8 Hz influenciaram principalmente o sistema nervoso parassimpático (JIAO et al., 2004). É observado que dependendo da frequência de vibração que o ser humano é exposto o sistema nervoso autônomo responde diferentemente, demonstrando que de acordo com a frequência de vibração exposto o estresse ao sistema cardiovascular difere.

Neste estudo ao transcorrer da atividade física ocorreu um aumento linear da frequência cardíaca obtendo-se ao término da atividade uma frequência cardíaca de $117,33 \pm 16,04$ o que baseado pela frequência cardíaca máxima classifica-se como atividade física moderada (DENADAI & GRECO, 2005). Em repouso a frequência

cardíaca apresentou um desvio padrão alto, apesar de o grupo ser homogêneo, fato que pode estar relacionado a fatores emocionais, nervosismo e apreensão que afetam a frequência cardíaca tanto em repouso quanto em exercícios leve e moderado Astrand et al. (2006) sendo que no decorrer da atividade houve uma diminuição do desvio padrão.

As características da atividade não sofreram alterações no transcorrer do percurso total, ou seja, realizou-se em todos os percursos a mesma atividade perfazendo um percurso total. Como está atividade é realizada no campo, o operador do trator agrícola está exposto a diversos fatores individuais, climáticos, materiais no dia-a-dia sendo muitos não controláveis e que podem promover alterações agudas e crônicas no corpo humano.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o ambiente de trabalho a que os operadores de máquinas agrícolas estão expostos proporciona alterações no sistema cardiovascular principalmente na pressão arterial. A frequência cardíaca sofreu alterações, porém não foram significativas. Ao analisar a força de preensão manual e agregação plaquetária não foram observadas alterações, no entanto ainda são muito escassos estudos que abrangem estas variáveis em operadores de máquinas agrícolas.

Tais resultados foram obtidos em um volume de trabalho reduzido, o que vem a sugerir mais estudos que busquem uma complementação à literatura existente. Deste modo, contribuindo para um melhor conhecimento a cerca das respostas do corpo humano frente a este ambiente de trabalho. Deixa-se a sugestão de estudos que englobem o dia-a-dia dos operadores de máquinas agrícolas no próprio ambiente de trabalho, buscando melhores esclarecimentos a cerca destas variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, B. R.; PAVAN, A. L. Alturas e Comprimentos: In: Petroski, EL. Antropometria, técnicas e padronização. Pallotti, 2003.

ARAÚJO, C.G.S. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial. Uma breve introdução. Revista Hipertensão,4(3), p.78-83. 2001

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. ; DAHL, H.A.; STROMME, S.B. Tratado de fisiologia do trabalho. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BOVENZI,M.;FIORITO,A.;GIANSANTE,C.;CALABRESE,S.;NEGRO,C..Platelet function and clotting parameters of vibration-exposed foundry works. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. aug 9(4) ,347-352,1983.

BOVENZI, M.; GIANSANTE, C.; FIORITO, A.; CALABRESE,S. Relation of haemostatic function, neurovascular impairment, and vibration exposure in works with different stages of vibration induced white finger. British Journal of Industrial Medicine. n.42, p. 253-259, 1985.

BOVENZI,M. Health effects of mechanical vibration. G.Ital.Med.Lav.Erg.,27; 1,58-64,2005.

CADROY,Y.;PILLARD,F.;SAKARIASSEN,K.S.;THALAMAS,C.;BONEU,B.;RIVIER E,D.. Strenuous but not moderate exercise increases the thrombotic tendency in health sedentary male volunteers. Journal Applied Physiology.93; 829-833.2002.

DENADAI, B.S. ; GRECO, C.C. Educação Física no Ensino Superior - Prescrição do treinamento aeróbio: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2005.

FERNANDES M, MORATA TC. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia; n.68(5), p. 705-713, 2002

FERNADES, H.C.; FILHO, P.F.S.; QUEIROS, D.M.; CAMILO, A.J.; REIS, E.F. Vibração em tratores agrícolas: Caracterização das faixas de frequência no assento do operador. Engenharia na Agricultura, Viçosa-MG, v.11, n.1-4, Jan./Dez., 2003.

FILHO, P.F.S.; FERNADES H.C.; QUEIROZ, D.M.; SOUZA, A. P. CAMILO, A.J. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.887-895, 2003.

FOSS, M.L.;KETEYIAN,S.J. .Bases Fisiológicas do exercício e do esporte. 6ª ed., Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2010.

FRANCHINI, D. Análise do nível de vibrações verticais no assento de um trator agrícola. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ISO 2631-1 Mechanical vibration and shock: Evaluation of human exposure to wholebody vibration. Part I: General requirements. International Standard, 1997.

JIAO,K.; LI,Z.; CHEN,M.; WANG,C.; QI,S. Effect of different vibration frequencies on heart rate variability and driving fatigue in healthy drivers. International Archives Occupational and Environmental Health.apr. 77(3): 205-212, 2004.

KUBO,M.; TERAUCHI,F.; AOKI,H.; MATSUOKA,Y. An investigation into a synthetic vibration model for humans: An investigation into a mechanical vibration human model constructed according to the relations between the physical,

psychological and physiological reactions of humans exposed to vibration. International Journal of Industrial Ergonomics, n. 27, p.219-232, 2001.

MCARDLE, W.D.; KATCH,F.I.; KATCH,V.L. Fisiologia do Exercício. Energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MAIKALA,R.V.;BHAMBHANI,Y.N.;Cardiovascular responses in healthy young women during exposure to whole-body vibration. International Journal of Industrial Ergonomics,V.38 1-8, 2007.

MEHTA, C.R.; SHYAM,M.; SINGH, P.; VERMA,R.N.. Ride vibration on tractor – implement system. Applied Ergonomics.31:323-328, 2000.

MÖCKEL,M.;ULRICH,N.V.;HELLER,G.J.;RÖCHER,L.;HANSEN,R.;RIESS,H.;PAT SCHEKS,H.;STÖRK,T.;FREI,U.;RUF,A..Platelet Activation through Triathlon Competition in Ultra-Endurance Trained Athletes: Impact of Thrombin and Plasmin Generation and Catecholamine Release. International Journal Sports Medicine. jul;22: 337 -343.2001.

MUZAMMIL,M.; SIDDIQUI,S.S.;HASAN,F..Physiological Effect of vibration on tractor drivers under variable poughing conditions. Journal of Occupational Health,46 : 403-409, 2004.

NEGRÃO, C.E.; BARRETTO. Cardiologia do Exercício – Do Atleta ao cardiopata. São Paulo: Manole,. 2002.

PEREIRA,F.E.N.; OLIVEIRA,K.R. Comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial e do duplo produto após uma sessão de agachamento isométrico em plataforma vibratória. Disponível em: < <http://www.studiomfpersonal.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2010.

PETROSKI, E. L. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese (Doutorado em Educação Física)-Universidade Federal de Santa Maria,Santa Maria,1995.

PYYKKO,I.;FARKKILA,M.;TOIVANEN,J.;KORHONEN,O.;HYVARINEN,J.

Transmission of vibration in the hand-arm system with special reference to changes in compression force and acceleration. Scandinavian Journal of Work, Environment and health,jun.;2(2)2,87-95.1976.

PORGES,S.W.;APPARIES,R.J.;RINIOLO,T.C.. A psychophysiological investigation of the effects of driving longer-combination vehicles.Ergonomics,v.41,p.581-592,1998.

POWERS,S.K.; HOWLET,E.T. Fisiologia do Exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo: Manole, 2000.

REYNOLDS,D.D.;SOEDEL,W. Dynamic response of the hand-arm system to a sinusoidal input. Journal of sound and vibration.v.21,p. 339-353, abril,1972.

ROCHA,R.;PORTO,M.;MORELLI,M.Y.G.;MAESTÁ,N.;WAIB,P.H.;BURINI,R.C. Efeito do estresse ambiental sobre a pressão arterial de trabalhadores. Revista de Saúde Pública, v.36, outubro, 2002.

SEBASTIÃO, B.A.; MARZIALE, M.H.P.; ROBAZZIA M.L.C.C. Uma revisão sobre efeitos adversos ocasionados na saúde de trabalhadores expostos à vibração. Revista Baiana de Saúde Pública. v.31, n.1, p.178-186, jan/jun, 2007.

VENDRAME, A. C. Vibrações ocupacionais 2006. Disponível em: <<http://www.ares.org.br/index.asp?idPg=404&mAb=n>> Acesso em: 22 jun.2009.

XIMENES, G.M. MAINIER, F.B. Programas de proteção de saúde e segurança de exposição às vibrações. XXV ENEGEP, Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.