

Relação entre Vibrações no Corpo Humano e a Operação de um Sistema de Carga e Transporte na Indústria Extrativa a Céu Aberto: Estudo de Caso

Relationship between the Human Body Vibration and the Operation of a Load and Transport System in a Quarry: Case Study

Ferreira, Célia^a, Castelo Branco, Jacqueline^b, Baptista, J. Santos^c

PROA/CIGAR/Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

email: ^amho08022@fe.up.pt; ^bjcb@fe.up.pt; ^cjsbap@fe.up.pt.

Presentation Preference: Oral

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos adversos decorrentes da exposição à vibração na indústria extrativa têm sido reportados desde o início do século XX. Em 1911, em Itália, Loriga detetou e descreveu os sintomas dos distúrbios vasculares em mineiros que usavam ferramentas manuais pneumáticas, no entanto, não associou a vibração das ferramentas aos distúrbios (Ximenes, 2006).

Desde essa época, muitos investigadores têm reunido informações sobre os efeitos fisiológicos e psicológicos das vibrações no corpo Humano, sendo de destacar a perda de equilíbrio, falta de concentração e visão turva (Fernandes, 2002). Para além destes efeitos as vibrações podem afetar o conforto, reduzir o rendimento do trabalho e originar o desenvolvimento de doenças quando a exposição é intensa (Ximenes, 2006). Os efeitos patológicos mais reconhecidos e pesquisados, relacionados com este tipo de exposição são as lesões na coluna, as quais estão na origem de, entre outros problemas, do aparecimento de hérnias e lombalgias (Macedo, 2006). É, por isso, reconhecido que a exposição global do corpo a vibrações mecânicas está associada a lesões músculo-esqueléticas de todo o sistema lombar (Okunribido, 2006). Contudo, é necessário que o indivíduo esteja exposto às vibrações corpo inteiro durante vários anos para que ocorram mudanças no seu estado de saúde e deve ter-se em conta o carácter subjetivo dos indivíduos quando se considera o desconforto (Fernandes, 2002).

No presente trabalho pretende-se relacionar as vibrações induzidas pelos equipamentos nos respetivos operadores e estabelecer a sua relação com as atividades executadas em operações de carga e transporte, numa exploração de produção de granito para fins industriais a céu aberto e que funciona, em simultâneo, como aterro de resíduos inertes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Equipamento e Condições de Medição

Para isso foram efectuadas medições dos níveis de vibrações nos sistemas mão-braço e corpo-inteiro em todos os dumpers (Figura 1) e pás carregadoras (Figura 2) que se encontravam em operação. Estas medições realizaram-se durante vários turnos de trabalho.

Para a recolha de dados foi utilizado um analisador de vibrações -SVANTEK 106. Trata-se de um analisador digital com seis canais. O período de integração utilizado neste estudo foi de 1 min com ciclos de repetição infinitos e integração RMS linear. A amostragem para a medição da aceleração eficaz (a_w) nos três eixos foi realizada na cabine dos equipamentos, onde se procedeu à colocação do acelerómetro triaxial “corpo inteiro” no assento do motorista (Figura 3a). Foi ainda efetuada uma despistagem de eventuais vibrações no sistema mão/braço através da colocação de um acelerómetro triaxial no volante das viaturas (Figura 3b). Na avaliação das vibrações corpo inteiro recorreu-se aos filtros de ponderação W_k para o eixo zz, W_d para os eixos xx e yy. No sistema mão-braço utilizou-se o filtro W_h . Simultaneamente ao registo dos valores das vibrações foram anotadas as tarefas executadas em cada momento, de forma a, numa fase posterior de análise, ser possível cruzar os resultados destes dois tipos de registos.

2.2. As Instalações e os Equipamentos Industriais

Os dumpers são viaturas de carga de grande capacidade para materiais que originam elevado desgaste mecânico. Nesta pedreira, podem operar em dois circuitos: o “circuito de pedreira” e o “circuito de britagem”.

No primeiro, o ciclo de trabalho inicia-se com a operação de carga, efetuada diretamente de um britador primário móvel colocado junto à frente de desmonte. Segue-se o transporte dessa mesma carga, através de um caminho traçado nas bancadas da pedreira até à torva do britador secundário, onde é efetuada a descarga. O ciclo fecha-se com o regresso do dumper, sem carga, ao local de partida.

No circuito de britagem, o dumper, carrega diretamente de silos na central de britagem. Desloca-se, depois, num percurso tendencialmente plano até ao parque de armazenamento, onde descarrega e regressa vazio para novo ciclo.

De acordo com o plano de recuperação ambiental e paisagística da pedreira, encontram-se em funcionamento, em zonas já exploradas, três aterros de resíduos inertes. Nestes são utilizadas pás carregadoras de grande porte para a movimentação e acomodação dos resíduos depositados por transportadores externos. De acordo com as necessidades de serviço, estes equipamentos, deslocam-se de aterro em aterro ao longo das 8 horas de trabalho.

Todos os equipamentos são dotados de cabine para o operador. As condições de trabalho dentro das cabines variam de máquina para máquina. Foi a influência dessas diferenças que se pretendeu observar.



Figura 1: a) Dumper Euclid R 32 (modelo antigo) b) Dumper Volvo A 40 (modelo novo)



Figura 2: a) Pá carregadora CAT 966 F (modelo antigo) b) Pá carregadora CAT 980 G (modelo novo)

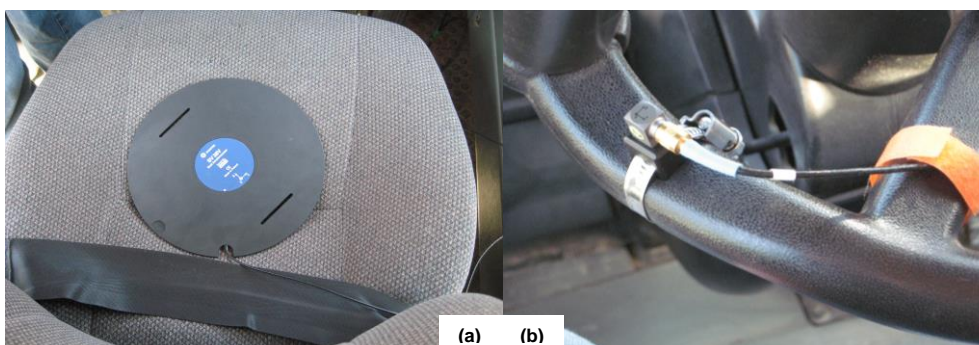


Figura 3: a) Disposição dos acelerómetros triaxiais no assento (a) e no volante (b)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram efetuadas, em simultâneo, medições da vibração mão-brasço e corpo inteiro. Pela sua baixa expressão, os valores obtidos na componente mão-brasço não foram considerados neste estudo.

Os gráficos apresentados nas Figuras 4 e 5 assinalam a evolução do nível de aceleração corpo-inteiro nos eixos xx, yy e zz em três dumpers e numa pá carregadora. Os resultados estão normalizados em função do mais alto valor registado para a aceleração.

No momento do registo, o dumper Euclid R32 247 já tinha mais de 20 anos de idade e o assento não permitia regulação. Os dumpers Volvo são equipamentos com cerca de 10.000 horas de utilização e equipados com modernos sistemas de controlo. As medições efetuadas nos dumpers Volvo (figura 4b e figura 5b) foram efetuadas com um motorista significativamente mais leve do que o utilizador habitual. Com estas medições é possível verificar a importância de uma regulação adequada dos assentos, para cada motorista, de acordo com a sua massa corporal. Nestas condições, as acelerações deixam de apresentar um valor dominante num dos eixos, tipicamente o eixo dos zz (Figura 4a), para apresentarem valores semelhantes nos três eixos. Nestas condições de utilização passa a haver uma componente de corte horizontal significativa, para além da componente vertical da aceleração. Este é um aspeto que merecerá estudo cuidadoso em futuros trabalhos (Kumar, 2004).

Comparando os valores das acelerações obtidos para os dois dumpers Volvo (Figura 4b e Figura 5b), observa-se que são significativamente mais baixos no segundo. Tal diferença resulta do traçado das pistas e do estado dos pisos nos quais circulam. Na pedra, estamos na presença de uma pista que, além de sinuosa é inclinada e está, por isso, sujeita a uma ação mais intensa das águas das chuvas, as quais contribuem fortemente para a degradação do seu estado de conservação, através da remoção dos materiais mais finos. Mesmo com intervenções de manutenção regular não é fácil manter a qualidade dos pisos. O circuito de britagem, por apresentar um traçado menos sinuoso e tendencialmente horizontal, está menos sujeito às condições climáticas e, por isso, submetido às mesmas condições de manutenção, apresenta melhores condições de utilização. Sob estas condições operacionais, os valores das acelerações, obtidos na

operação do dumper no circuito de britagem, são significativamente mais baixos do que os medidos no circuito de pedra (Eger, 2008; Vanerkar, 2008)).

Quando são analisados os resultados obtidos para a pá carregadora a trabalhar no aterro, constata-se que o valor das acelerações é mais elevado nos eixos dos xx e dos yy do que para o eixo dos zz. A justificação para este facto prende-se com o tipo de função exercida, em que predominam as paragem e arranques inerentes ao processo de movimentação de resíduos no solo.

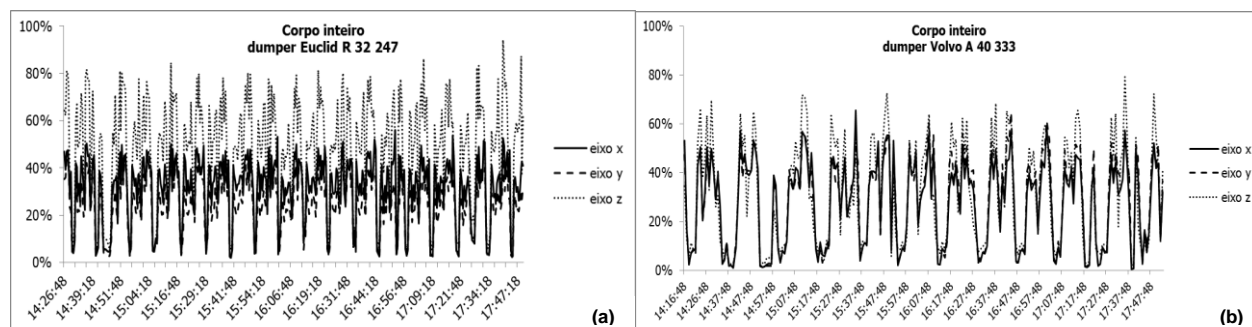


Figura 4: Evolução das vibrações corpo-inteiro nos dumpers Euclid R32 247 (a) e Volvo A40 333 (b) no Circuito Pedreira

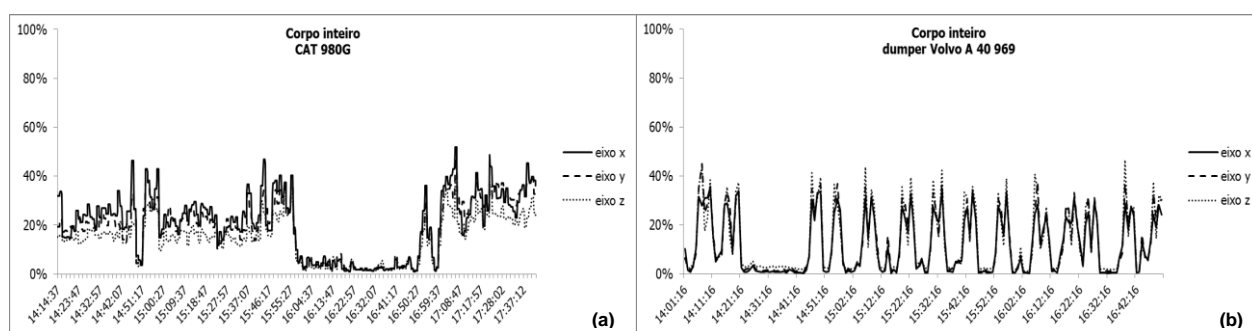


Figura 5: Evolução das vibrações corpo-inteiro na pá CAT 980G (a) num aterro e no dumper Volvo A40 969 (b) no Circ. de Britagem

4. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos podem ser retiradas algumas conclusões com interesse específico no estabelecimento de relações, entre vibrações no corpo humano e a operação de um sistema de carga e transporte na indústria extrativa a céu aberto.

Comparando os resultados nos diferentes equipamentos podem ser observadas, pelo menos, três tipos de fontes para as diferenças registadas. Em primeiro lugar o tipo de piso sobre o qual os equipamentos se deslocam, o circuito da pedra é significativamente diferente do de britagem, o que se reflete nos valores registados. Em segundo lugar o tipo de serviço que é efetuado. Um circuito de transporte tem implícito uma maior relevância das amplitudes registadas no eixo dos zz, enquanto nas operações de movimentação de cargas no solo, com pá carregadora, são preponderantes os valores das amplitudes registadas nos eixos horizontais. Em terceiro lugar o valor das acelerações está dependente da adequação da regulação do assento às características do condutor, nomeadamente do seu peso. Um assento mal regulado, para além de aumentar o valor das acelerações na componente vertical, pode ainda originar um aumento das componentes horizontais, com os efeitos de corte associados a este tipo de vibrações.

É, neste momento, necessário desenvolver mais estudos nesta área que se mostra promissora no sentido, não só de rapidamente permitir uma melhoria das condições de trabalho, como também proporcionar melhorias significativas em termos de produtividade, pelos resultados que se podem obter relativamente às condições operacionais em que as diferentes operações são efetuadas.

5. REFERENCIAS

- Eger, T., Stevenson, J., Boileau, P.E. (2008). Predictions of health risks associated with the operation of load-haul-dump mining vehicles: Part 1 – Analysis of whole-body vibration exposure using ISO 2631-1 and ISO 2631-5 standards. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 726–738.
- Fernandes, M. (2002). Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. *Revista Brasileira Otorrinolaringologia*.
- Kumar, Shrawan (2004). Vibration in operating heavy trucks in overburden mining. *Applied Ergonomics*, 35, 509-520
- Okunribido, O.O. (2006). Low back pain in drivers: The relative role of whole-body vibration, posture and manual materials handling. *Journal of Sound and Vibration*.
- Vanerkar, A.P., Kulkarni, N.P., Zade, P.D. (2008). Whole body vibration exposure in heavy earth moving machinery operators of metalliferous mines. *Environmental Monitoring and Assessment*, 143, 239-245.
- Ximenes, G. M. (2006). Gestão Ocupacional da Vibração no corpo humano, aspectos técnicos e legais relacionados à saúde e segurança. Universidade Federal Fluminens e Centro Tecnológico Profissional em Sistema de Gestão.