

RELAÇÃO ENTRE RUÍDO E VARIÁVEIS DO PROCESSO DE CARGA E TRANSPORTE NA INDÚSTRIA EXTRACTIVA A CEU ABERTO

Célia Ferreira*, Jacqueline Castelo Branco, João S. Baptista

Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, CIGAR

Porto, Portugal

*Email: mho08022@fe.up.pt

RESUMO: Este trabalho tem como objectivo estudar a exposição ao ruído dos trabalhadores, que operam com equipamentos de movimentação de materiais na indústria extractiva. São apresentados dois casos de estudo: um que envolve uma pá carregadora, que foi substituída por uma pá mais recente; e o outro caso, que envolve um dumper também substituído por um mais recente. As medições foram efectuadas no interior das cabines durante o período de trabalho. Simultaneamente foram anotados os tempos das ocorrências de pontos críticos no sistema produtivo, nomeadamente, encravamento do primário, cargas, descargas e remoção dos resíduos inertes. Como conclusão verificou-se que os valores obtidos para o ruído encontram-se dentro dos limites legais, e que existe uma relação directa entre a actividade desenvolvida e os níveis de ruído observáveis.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde e segurança dos trabalhadores não é recente. A indústria extractiva sempre foi considerada como uma actividade perigosa, sendo que o conhecimento dos riscos associados às suas actividades é fundamental.

Tabela 1: Índice de incidência dos acidentes de trabalho em Portugal na Indústria Extractiva, Construção Civil, Pescas e a nível nacional (Fonte: (GEP))

CAE	2005	2006	2007	2008
Indústria extractiva	10.630,3	11.142,7	8474,2	11353,4
Pesca	9.939,0	11.337,5	987,6	1055,9
Construção	9.302,0	9.364,8	8290,3	8471,8
Nacional	5.311,9	5.474,5	5422,2	5478,1

Analisando os dados da tabela 2 facilmente se verifica que a indústria extractiva continua a ser em Portugal (e também em muitos outros países) um dos sectores com índices de incidência de acidentes mais elevados.

Considerando apenas as operações de carga e transporte, os riscos inerentes ao seu funcionamento são relevantes tanto para a vertente ambiental como ocupacional.

Num estudo realizado por (Leal & Fradique, 2004) onde são comparadas algumas das indústrias mais poluentes (alumínio, madeira, metalomecânica e pedra) no que diz respeito à exposição ao ruído ocupacional, verificou-se que a actividade laboral que apresenta uma maior exposição por parte dos trabalhadores a diferentes gamas de níveis sonoros é a indústria da pedra, sendo que 43% dos trabalhadores sofre exposição a níveis de ruído superiores ao valor limite e 76% sofre exposição a níveis de ruído iguais ou superiores ao nível de acção.

As actividades associadas ao processo produtivo numa exploração a céu aberto, geram níveis de ruído consideráveis, tanto no uso de equipamentos móveis (pás giratórias, perfuradoras,

carregadoras, dumpers) como equipamentos fixos (centrais de transformação). O uso de explosivos é uma fonte de ruído, contudo a duração dos seus efeitos é extremamente limitada no tempo.

É bem conhecido que a exposição ao ruído, para além dos danos no aparelho auditivo, pode estar na origem de acidentes, na medida em que pode mascarar tanto os avisos verbais como outros indicadores sonoros (Arezes, 2002).

A exposição ao ruído pode provocar diferentes respostas nos trabalhadores de ordem auditiva e extra-auditiva, sendo que os seus efeitos dependem essencialmente da amplitude, frequência e duração (Arezes, 2002) (Branco, 2009).

A perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) é um distúrbio auditivo que afecta muitos trabalhadores expostos a ambientes de trabalho ruidosos (Branco, 2009). Sendo considerada como uma das doenças mais comuns, permanente, irreversível e quase sempre bilateral e simétrica, geralmente afectando, em primeiro lugar, as frequências mais altas (3000Hz, 4000Hz, ou 6000Hz) e, de seguida, espalhando-se para as mais baixas (2000Hz, 1000Hz e 500Hz) (Nunes, 2006). Afecta essencialmente, as células ciliadas externas e internas no órgão de Corti (Arezes & Miguel, 2009).

Os efeitos do ruído extra-auditivos sobre o organismo podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos. Dentro dos efeitos fisiológicos destacam-se os seguintes:

- Distúrbios gastrointestinais;
- Aumento da pulsação;
- Aumento da pressão arterial;
- Aumento da frequência respiratória;
- Contração dos vasos periféricos;
- Distúrbios do sistema nervoso central.

Dentro dos efeitos psicológicos podem ocorrer os seguintes sintomas,

- Fadiga;
- Aumento da irritabilidade;
- Depressão;
- Perturbação do sono (Miguel, 2010)

A legislação portuguesa, no Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro estabelece como valores-límites e de acção no que se refere à exposição pessoal diária de um trabalhador e ao nível de pressão sonora de pico. Na Tabela 3 encontram-se os valores limites de exposição e valores de acção estabelecidos, sendo que se um destes valores for ultrapassado o empregador deve tomar medidas correctivas.

Tabela 3: Valores de exposição pessoal ou diária

	$L_{EX, 8h}$	$L_{C \text{ pico}}$
Valores de acção inferior	80 dB(A)	135 dB (C)
Valores de acção superiores	85 dB(A)	137 dB (C)
Valores limites de exposição	87 dB(A)	140 dB (C)

Os equipamentos de carga e transporte merecem uma atenção particular pois compreendem a maior classe de máquinas usadas na indústria extractiva (Figura 1 e **Error! Reference source not found.**). Sendo que o motor dos mesmos é uma importante fonte de ruído, assim como a transmissão e o sistema hidráulico que pode ainda ser agravado pelas características físicas do

local, como, por exemplo, o estado das vias. O controlo do ruído no interior das cabines é fundamental, visto que os trabalhadores encontram-se no interior destas as 8 horas diárias de trabalho.

Com este estudo pretende-se analisar o padrão da exposição ao ruído dentro de cabines de dumpers e pás carregadoras, durante dias típicos de trabalho com práticas normais por parte do trabalhador, nomeadamente abertura e fecho de portas e janelas.

2. METODOLOGIA E RECOLHA DE DADOS

2.1. Funcionamento das Instalações

Os dados foram recolhidos numa exploração de granito a céu aberto, em que os objectivos da empresa são a produção de balastros para os caminhos-de-ferro e materiais de diversas granulometrias para trabalhos de construção civil e obras públicas. No mesmo local também funciona um aterro de resíduos inertes.

Os dumpers (figura 1) têm como função transportar material de um local de origem para outro de destino, podendo operar em dois circuitos: o “circuito de pedra” e o “circuito de britagem”. No primeiro ciclo de trabalho inicia-se com a operação de carga de material resultante da britagem primária, seguindo-se o transporte, a descarga na torva do britador secundário e regresso sem carga. No circuito de britagem o dumper carrega directamente dos silos da central de britagem, desloca-se até ao local de armazenamento do material onde descarrega e regressa sem carga para novo ciclo. Em condições normais de funcionamento, em nenhum dos dois circuitos é utilizada a pá-carregadora.

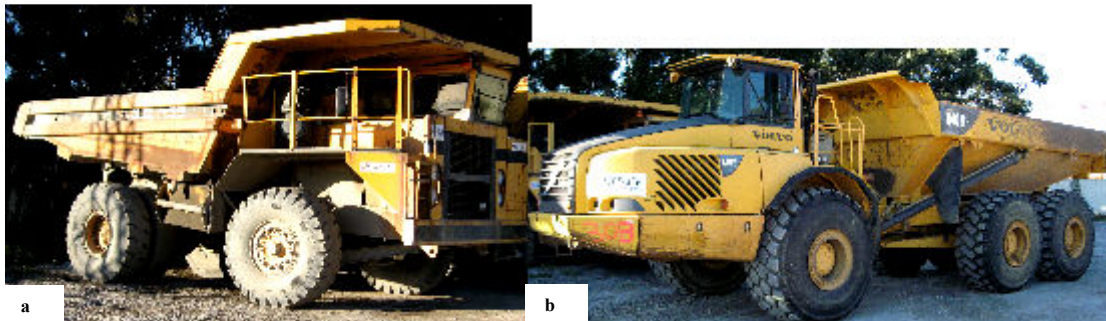


Figura 1: a) Dumper Euclid R32
b) Volvo A40



Figura 1: a) Pá carregadora CAT 966F
b) Pá carregadora CAT 980G

De acordo com o plano de recuperação da pedreira encontram-se em funcionamento três aterros de resíduos inertes. Nestes são utilizadas pás carregadoras (figura 2) para a movimentação dos resíduos. Estas têm como função acomodar os resíduos depositados. De acordo com as necessidades, deslocam-se de aterro em aterro ao longo das 8 horas de trabalho.

2.2. Recolha de Dados

A recolha dos dados realizou-se no interior das cabines dos equipamentos, mediante condições atmosféricas idênticas e típicas de dias de inverno e de primavera amenos. O sonómetro utilizado para a recolha dos dados foi de marca Solo 01db, classe 2, estando o microfone a uma altura aproximada da dos ouvidos do trabalhador. Simultaneamente ao registo dos valores do ruído, eram anotadas as tarefas executadas em cada momento, de modo a numa fase posterior de análise ser possível cruzar os resultados dos dois tipos de registos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Pás Carregadoras

A Figura 2 e a Figura 3 mostram os resultados da medição do ruído nas cabines das pás carregadoras CAT966F e CAT980G, respectivamente. Durante todo o período em que decorreram as medições, o operador encontra-se no interior da cabine com as janelas fechadas e ar condicionado ligado.

Analisando a evolução do ruído ao longo do tempo, para a CAT 966F (figura 3) e para a CAT 980G (figura 4) e cruzando esses dados com outros elementos recolhidos, relativos às tarefas executadas pelas máquinas, verifica-se que os picos observados nos gráficos correspondem ao ruído produzido pelo motor no momento em que se encontra a empurrar os resíduos.

Para além do trabalho de arrumação dos resíduos feito nos aterros, são, pontualmente, realizadas outro tipo de actividades, nomeadamente, a carga de camiões e pequenos transportes internos de brita.

Na figura 3 pode observar-se a evolução do ruído ao longo do turno de trabalho entre as 14h30 e as 17h30 para a CAT966F. Ao longo desse período esta pá executou actividades diversas, e de curta duração, de arrumação de materiais em aterro e de deslocação entre aterros. O gráfico reflecte a diversidade do trabalho executado não sendo possível com o conhecimento actual detectar padrões.

Já no gráfico da figura 4, correspondente a trabalho realizado pela CAT980G é possível identificar e relacionar alguns padrões de ruído com a respectiva actividade. Nesta figura estão anotados os diferentes momentos com padrões genéricos identificáveis. Até cerca das 16h10 observa-se um padrão idêntico ao observado no gráfico da figura 3 (apesar de a intensidade do ruído ser menor), entre as 16h10 e as 16h40 a pá trabalhou de forma continuada na arrumação de resíduos, Entre as 16h40 e as 17h00 volta a executar trabalho irregular, ao qual se segue o carregamento de um camião durante cerca de 5 minutos, terminando o dia de trabalho movimentando pequenas cargas de brita.

Desta descrição, torna-se clara a relação entre o tipo de tarefa e as características da evolução do ruído para estas duas pás carregadoras.

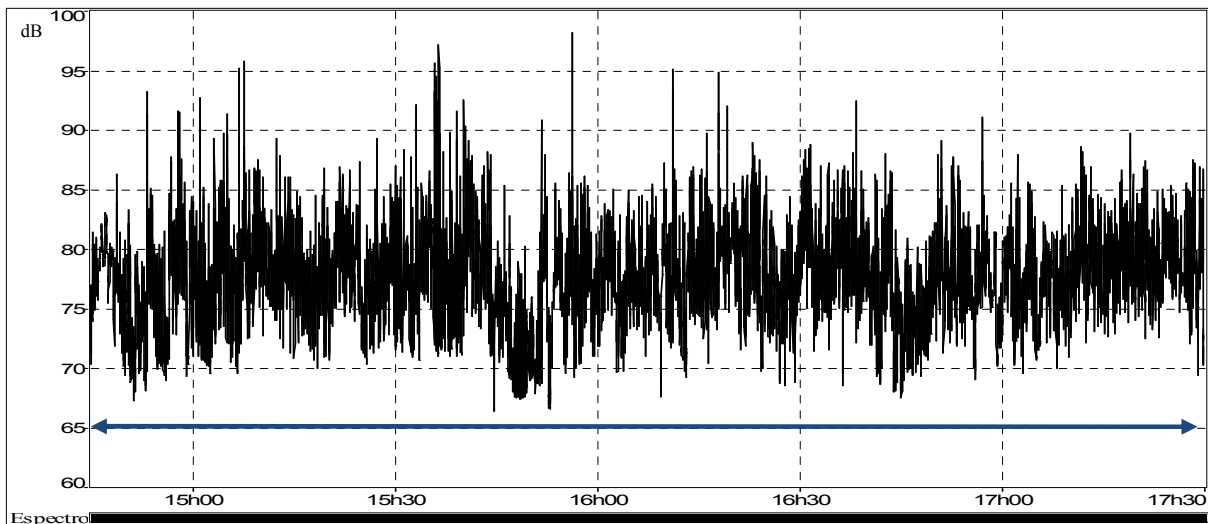


Figura 2: Evolução do ruído na cabine da pá carregadora CAT 966F

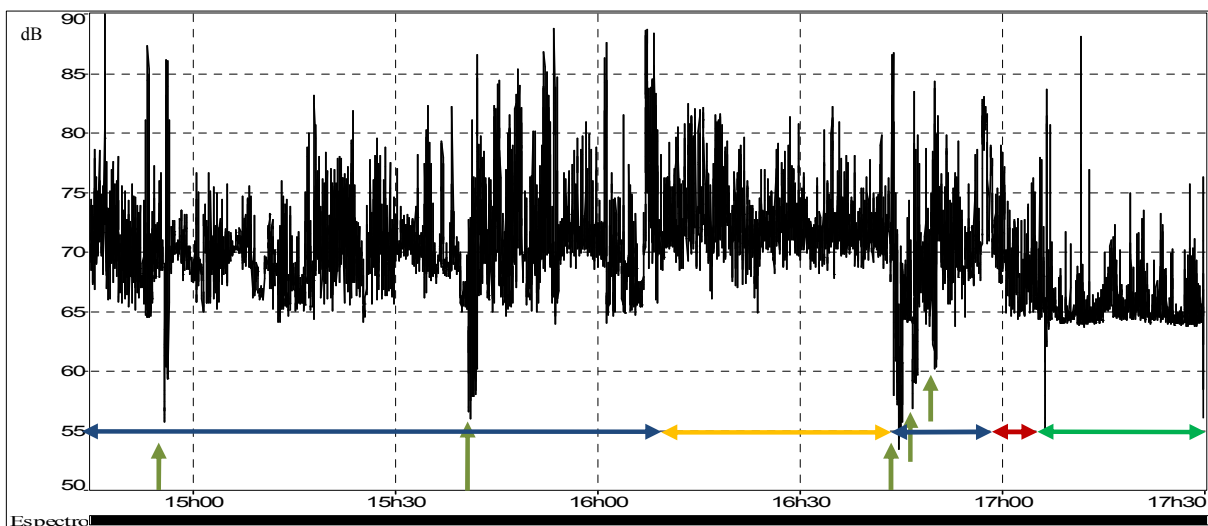


Figura 3: Evolução do ruído na cabine da pá carregadora CAT 980G

Legenda

- ↔ Trabalho irregular/intermitente no aterro e deslocamentos entre aterros
- Trabalho continuado no aterro
- ↔ Carga de um caminhão
- ↔ Movimentação de pequenas cargas de brita
- ↑ Motor desligado

3.1. Dumpers

Nas figuras 5, 6 e 7 pode observar-se a evolução do ruído nas cabines dos dumpers Euclid R 32 e Volvo A40 nos circuitos de britagem e de pedreira entre as 14h30 e as 17h30.

Procurando, tal como para as pás carregadoras, encontrar padrões que permitam relacionar actividades ou acções do processo produtivo com a variável ocupacional ruído, foi efectuada a análise dos referidos gráficos, atendendo às acções registadas durante o processo, O dumper é carregado directamente pelo britador primário, que por sua vez é alimentado por uma pá giratória, trata-se de um processo de alimentação descontínuo. Em consequência, também a carga do dumper não é contínua. Os picos de ruído durante uma carga podem ser justificados pelo encravamento do britador e ainda pelo tempo de espera da alimentação.

Sendo que sempre que se inicia uma carga observa-se um pico de ruído, pois o material cai directamente na báscula vazia.

Durante as medições no dumper Euclid R 32 a janela permaneceu aberta, pois não existe sistema de ar condicionado na cabine.

No gráfico da figura 5, observam-se claramente as 4 paragens do motor que ocorreram durante o tempo de registo. Nestes períodos (assinalados com um círculo e numerados de 1 a 4 no gráfico) nota-se uma clara redução dos níveis de ruído no interior da cabine. As paragens 1 e 4 correspondem a tempos de espera junto ao britador primário (móvel), antes da operação de carga directa do dumper a partir deste. As paragens 3 e 4 ocorrerem no fundo da pedreira para carga de materiais diversos. Comparando estas duas situações em que o motor se encontrava desligado, verifica-se uma clara distinção entre os níveis de ruído no fundo da pedreira e junto ao britador primário.

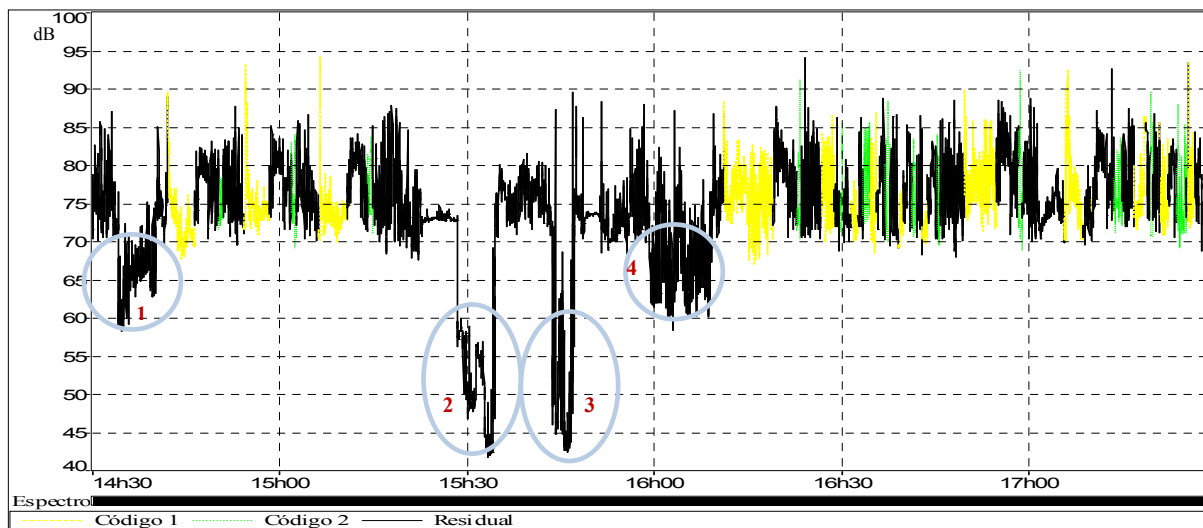


Figura 4: Evolução do ruído no circuito Britagem e Pedreira na cabine do dumper Euclid R32

Legenda:

○ - Motor desligado

Amarelo – operação de carga do dumper

Verde – operação de descarga do dumper

Preto – movimentação do dumper

Comparando as operações de carga, a amarelo no gráfico da figura 5, verifica-se que nas ocorridas entre as 14h30 e as 15h15, que correspondem a cargas efectuadas a partir do britador primário, a amplitude registada no gráfico é menor do que nas ocorridas a partir das 16h10, onde a carga do dumper se faz a partir de um silo. Registe-se ainda que não houve interrupções na carga quando efectuada a partir do britador.

As operações de descarga, assinaladas a verde, decorreram normalmente, sem nada de relevante a assinalar.

Nos gráficos das figuras 6 e 7 é possível observar a evolução dos padrões de ruído, em dois dumpers iguais (Volvo A 40), a trabalhar nas mesmas condições, mas operados por dois motoristas diferentes. Durante as medições a janela permaneceu sempre fechada. A cabine possui um sistema de ar condicionado regulado pelo operador.

Analisando o gráfico da figura 6, nas zonas correspondentes à operação de carga (amarelo) é possível identificar os encravamentos ocorridos no primário, pela redução pontual do nível de

ruído registado. É ainda possível identificar uma redução do ruído antes da operação de carga (preto), que corresponde ao desligar do motor por parte do motorista.

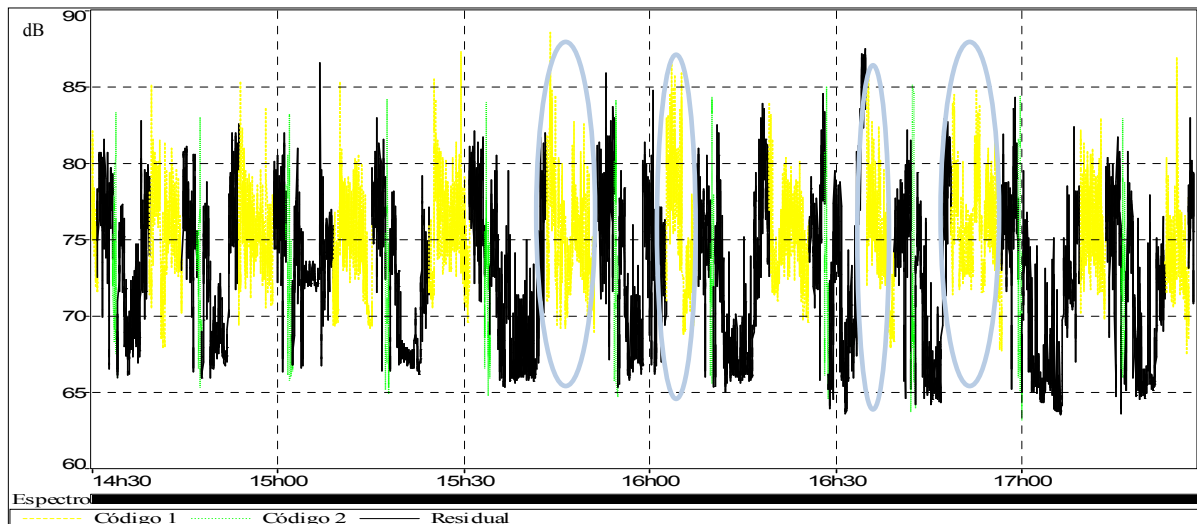


Figura 5: Evolução do ruído no circuito Pedreira na cabine do dumper Volvo A 40

Legenda

Amarelo – carga do dumper

○ Carga com encravamento do britador primário

Verde – descarga do dumper

Preto – movimentação do dumper

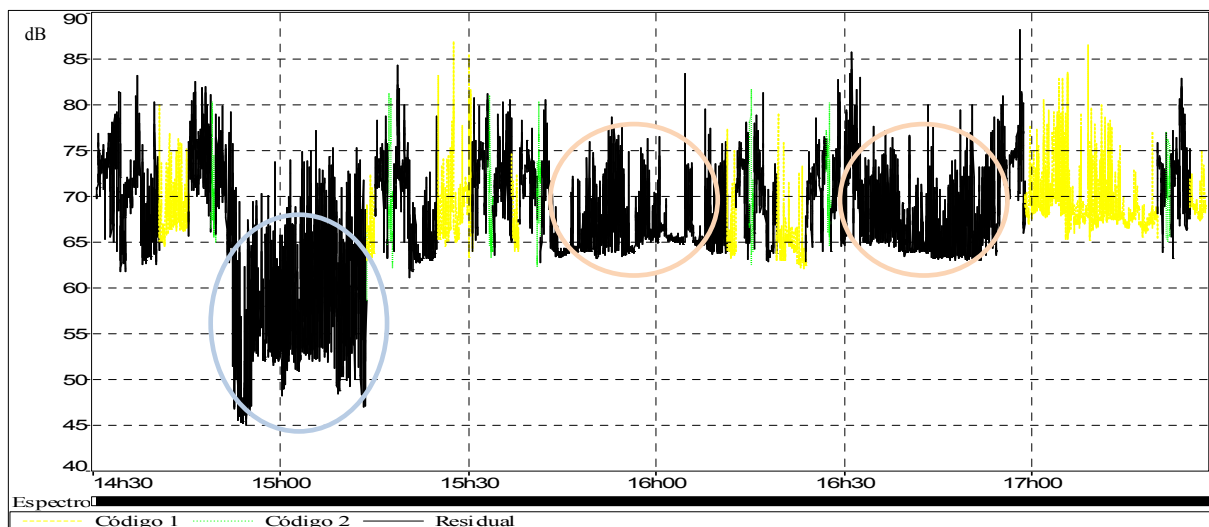


Figura 6: Evolução do ruído no circuito Britagem para o dumper Volvo A 40

Legenda

○ Motor desligado

○ Motor ligado espera carga

No gráfico da figura 7 é clara a diferença entre os níveis de ruído registados com o dumper desligado e com o motor em funcionamento. Relativamente à operação de carga (linha a amarela), os registos também revelam os diversos problemas ocorridos ao longo do dia.

4. CONCLUSÕES

Da análise sumária e exploratória, no sentido de encontrar padrões que permitissem associar a variável ocupacional *Ruído* a operações do processo produtivo, pode ser afirmado que o objectivo foi plenamente cumprido e que os resultados foram positivos. Há, no entanto, muito caminho a percorrer e desafios a ultrapassar.

Confirma-se a existência de padrões que é necessário estudar e interpretar no sentido de conseguir um duplo objectivo que é melhorar as condições de trabalho ao mesmo tempo que é aumentada a rendibilidade do processo.

Das conclusões preliminares e directas relativamente aos dados apresentados é possível desde já afirmar o seguinte:

- O local onde as máquinas operam influencia os níveis de ruído a que o operador está sujeito, mesmo trabalhando dentro de uma cabine isolada.
- É possível identificar, para níveis de pressão sonora diferentes, um mesmo padrão de ruído em diferentes equipamentos para a mesma operação.
- A partir de padrões de ruído é possível identificar a “assinatura” dos operadores, mesmo para máquinas semelhantes e a realizar as mesmas operações.
- A partir dos padrões de ruído é possível detectar problemas no processo produtivo.
- O simples conhecimento dos padrões de ruído para as várias operações, permite intervir no sentido de melhorar o planeamento das operações de modo a minimizar os níveis de pressão sonora a que os condutores estão sujeitos e, ao mesmo tempo, reduzir custos do processo.

BIBLIOGRAFIA

Arezes, Pedro, & Miguel, Alberto Sérgio, A exposição ocupacional ao ruído e Portugal, Revista Portuguesa de Saúde Pública, Vol. 20, 2002, p.61- 69

Arezes, Pedro, Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao ruído, Tese de Doutoramento em Engenharia de Produção, Universidade do Minho, Guimarães, 2002, p.21

Branco, J. Castelo, Estudo Integrado de variáveis ocupacionais na Indústria Extractiva, Tese de Mestrado em Segurança e Higiene Ocupacionais, FEUP, Porto, 2009, p.10-26

Leal, I. M., & Fradique, J., Evolução da Exposição ao Ruído nos Locais de Trabalho na Indústria da Região de Lisboa e Vale do Tejo, Acústica, 2004

Miguel, Sérgio, Manual de Higiene e Segurança do Trabalho, Porto Editora, 2010, p. 295-323

Nunes, Fernando, Segurança e Higiene do Trabalho, Gustave Eiffel, 2006