

Leandro César Pompilio

**Avaliação de vibração de corpo inteiro em equipamentos de movimentação de
cargas em um terminal aeroportuário**

**São Paulo
2019**

Leandro César Pompilio

Versão Original

Avaliação de vibração de corpo inteiro em equipamentos de movimentação de cargas em um terminal aeroportuário

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Especialista em Higiene Ocupacional.

São Paulo
2019

Dedico este trabalho à minha família, pela compreensão do tempo abdicado necessário à conclusão de mais esta etapa.

RESUMO

POMPILIO, Leandro César. **Avaliação de vibração de corpo inteiro em equipamentos de movimentação de cargas em um terminal aeroportuário.** 2019. 43 f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

As questões relacionadas a prevenção de doenças ocasionadas pela exposição aos agentes presentes no ambiente laboral tem ganhado cada vez mais importância, uma vez que afastamentos decorrentes do trabalho geram ônus, não somente para o empregador, como também para o governo. Afastamentos correlacionados à exposição de Vibração de Corpo Inteiro (VCI) tem como principal causa a lombalgia. O objetivo desta monografia é apresentar os resultados obtidos na avaliação de exposição ocupacional do trabalhador ao agente físico vibração de corpo inteiro durante a operação de equipamentos de movimentação de cargas em terminal aeroportuário (empilhadeiras), baseado na necessidade de avaliação ambiental, oriunda de reclamações e afastamentos motivados por lombalgias de alguns Operadores de Empilhadeiras da empresa. Ainda, objetiva também apresentar a relevância que a massa do trabalhador causa na avaliação. O parque de equipamentos da empresa avaliada é composto por 90 empilhadeiras, dentre elas modelos elétricos e à combustão (diesel e GLP), que variam de 05 a 41 anos de uso. Foram estudadas 5 empilhadeiras conduzidas por 10 operadores distintos, sendo 2 operadores para cada empilhadeira. Dos casos estudos, 60% ficaram acima do nível de ação, porém nenhum apresentou resultados acima do limite de exposição, não sendo caracterizada condição de insalubridade para nenhum caso estudado. Ainda, operando a mesma empilhadeira, comprovou-se que operadores com massa maior tiveram resultados de AREN e VDVR maiores do que operadores com massa menor, ou seja, tem maior probabilidade de sofrerem com os efeitos causados pela Vibração de Corpo Inteiro.

Palavras-chave: Vibração. Corpo Inteiro. Terminal de Carga. Aeroporto. Empilhadeira.

ABSTRACT

POMPILIO, Leandro César. **Avaliação de vibração de corpo inteiro em equipamentos de movimentação de cargas em um terminal aeroportuário.** 2019. 43 f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Issues related to the prevention of illnesses caused by exposure to agents present in the work environment are becoming increasingly important, since work-related leave creates burdens not only for the employer, but also for the government. Clearance correlated with whole body vibration exposure is mainly caused by low back pain. The objective of this monograph is to present the results obtained in the occupational exposure assessment of the worker to the physical agent full body vibration during the operation of cargo handling equipment in airport terminal (forklifts), based on the need for environmental assessment, arising from complaints and departures caused by low back pain of some Forklift Operators of the company. Still, it also aims to present the relevance that the worker mass causes in the evaluation. The appraised company's equipment park consists of 90 forklifts, including electric and combustion models (diesel and LPG), ranging from 05 to 41 years of use. Five forklifts driven by 10 different operators were studied, being 2 operators for each forklift. Of the cases studied, 60% were above the action level, but none showed results above the exposure limit, and no unhealthy condition was characterized for any case studied. Also, operating the same forklift, it was found that operators with higher mass had higher AREN and VDVR results than operators with lower mass, that is, they are more likely to suffer from the effects caused by Full Body Vibration.

Keywords: Vibration. Full body. Cargo Terminal. Airport. Forklift.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Instalação do medidor de vibração na empilhadeira	18
Figura 2 – Instalação do medidor de vibração na empilhadeira	18
Figura 3 – Caso 1 Empilhadeira E122	20
Figura 4 – Caso 1: Biotipo do Operador de Empilhadeira 1 com 98 Kg	21
Figura 5 – Caso 1: Biotipo do Operador de Empilhadeira 2 com 62 Kg	21
Figura 6 - Resultado da avaliação com o Operador 1 – 98 Kg.....	22
Figura 7 - Resultado da avaliação com o Operador 2 – 62 Kg.....	22
Figura 8 – Caso 2 Empilhadeira E134	23
Figura 9 – Caso 2: Biotipo do Operador de Empilhadeira 3 com 103 Kg.....	24
Figura 10 – Caso 2: Biotipo do Operador de Empilhadeira 4 com 88 Kg.....	24
Figura 11 - Resultado da avaliação com o Operador 3 – 103 Kg	25
Figura 12 - Resultado da avaliação com o Operador 4 – 88 Kg	25
Figura 13 – Caso 3 Empilhadeira E105	26
Figura 14 – Caso 3: Biotipo do Operador de Empilhadeira 5 com 90 Kg.....	27
Figura 15 – Caso 3: Biotipo do Operador de Empilhadeira 6 com 67 Kg.....	27
Figura 16 - Resultado da avaliação com o Operador 5 – 90 Kg	28
Figura 17 - Resultado da avaliação com o Operador 6 - 67 Kg.....	28
Figura 18 – Caso 4 Empilhadeira E146	29
Figura 19 – Caso 4 Biótipo do Operador de Empilhadeira 7 com 69 Kg.....	30
Figura 20 – Caso 4 Biotipo do Operador de Empilhadeira 8 com 83 Kg.....	30
Figura 21 - Resultado da avaliação com o Operador 7 – 69 Kg	31
Figura 22 - Resultado da avaliação com o Operador 8 – 83 Kg	31
Figura 23 – Caso 5 Empilhadeira E059	32
Figura 24 – Caso 5 Biotipo do Operador de Empilhadeira 9 com 80 Kg.....	33
Figura 25 – Caso 5 Biotipo do Operador de Empilhadeira 10 com 72 Kg.....	33
Figura 26 - Resultado da avaliação com o Operador 9 – 80 Kg	34
Figura 27 - Resultado da avaliação com o Operador 10 – 72 Kg	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação do parque de equipamentos da empresa	17
Tabela 2 – Resumo das informações coletadas e resultados das avaliações ambientais realizadas	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
ARE	Aceleração Resultante de Exposição
AREN	Aceleração Resultante de Exposição Normalizado
AREP	Aceleração Resultante de Exposição Parcial
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat e Figueiredo
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
VMB	Vibração de Mão e Braços
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
VDVR	Valor de Dose de Vibração Resultante

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVO	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO (1943)	12
2.2 LEI Nº. 6.514/1977 – ALTERA O CAPÍTULO V DO TÍTULO II DA CLT, RELATIVO A SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS	12
2.3 PORTARIA Nº. 3.214/1978 – APROVA AS NORMAS REGULAMENTADORAS DO CAPÍTULO V, TÍTULO II DA CLT	12
2.4 CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988.....	12
2.5 CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (1990)	13
2.6 CÓDIGO CIVIL (2002).....	13
2.7 NR-09 (2017) – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS....	14
2.8 NR-15 (2018) – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES	14
2.9 NORMAS TÉCNICAS ISO.....	15
2.10 NHO 09 (2013) – PROCEDIMENTO TÉCNICO – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO	16
2.11 PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1.CASO 1 – EMPILHADEIRA YALE – MODELO GLP050VX	20
4.2.CASO 2 – EMPILHADEIRA TOYOTA – MODELO 8FGU	23
4.3.CASO 3 – EMPILHADEIRA CLARK – MODELO C 25.....	26
4.4.CASO 4 – EMPILHADEIRA HYSTER – MODELO H40-60FT	29
4.5.CASO 5 – EMPILHADEIRA DAEWOO – MODELO BR18J	32
4.6.RESUMO DOS RESULTADOS	35
5 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXO	38

1 INTRODUÇÃO

As questões relacionadas ao conforto do trabalhador e a prevenção de doenças ocasionadas pela exposição aos agentes presentes no ambiente laboral tem ganhado cada vez mais importância, uma vez que afastamentos decorrentes do trabalho geram ônus, não somente para o empregador como também para o governo (USP, 2018b).

Problemas de ergonomia, doenças ocupacionais e, por consequência, afastamentos correlacionados à exposição de Vibração de Corpo Inteiro (VCI) tem provocado uma melhora das tecnologias empregadas nos equipamentos utilizados para deixá-los em níveis aceitáveis de vibração, visto que, dentre outros efeitos, o principal relacionado é a lombalgia (USP, 2018a).

Neste sentido de prevenção dos efeitos relacionados às VCIs e de forma a manter um controle da exposição à níveis salubres, é necessária a avaliação ocupacional periódica de vibração de corpo inteiro para fins de subsídio de caracterização ou não de insalubridade (BRASIL, 2018). Ainda, como forma preventiva, deve-se adotar outras medidas de controle de manutenção, tanto dos equipamentos quanto do pavimento, para a garantia de um adequado ambiente laboral.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta monografia é apresentar os resultados obtidos na avaliação de exposição ocupacional do trabalhador ao agente físico vibração de corpo inteiro durante a operação de equipamentos de movimentação de cargas em terminal aeroportuário (empilhadeiras). Ainda, objetiva também apresentar a diferença entre os resultados obtidos nas avaliações de uma mesma empilhadeira, porém conduzidas por Operadores com massa diferente.

1.2 JUSTIFICATIVA

O tema deste trabalho foi escolhido baseado na necessidade de avaliação ambiental de vibração de corpo inteiro nas atividades de um terminal de carga aeroportuário, oriunda de reclamações e afastamentos motivados por lombalgias de alguns Operadores de Empilhadeiras da empresa, bem como para o atendimento da legislação vigente: Normas Regulamentadoras (NR) 09 e 15.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO (1943)

Aprovada pelo Decreto-lei nº. 5.452, de 1º de maio de 1943, seu principal objetivo é a regulamentação das relações individuais e coletivas do trabalho, nela previstas. A CLT é o resultado de 13 anos de trabalho - desde o início do Estado Novo até 1943 - de destacados juristas, que se empenharam em criar uma legislação trabalhista que atendesse à necessidade de proteção do trabalhador, dentro de um contexto de "estado regulamentador" (GUIA TRABALHISTA, 2012).

2.2 LEI Nº. 6.514/1977 – ALTERA O CAPÍTULO V DO TÍTULO II DA CLT, RELATIVO A SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS

Promulgada em 22 de dezembro de 1977 a lei nº. 6.514 estabelecia em seu texto, dentre outras menções, a designação ao então Ministério do Trabalho a criação de normas complementares aos assuntos nela tratados.

2.3 PORTARIA Nº. 3.214/1978 – APROVA AS NORMAS REGULAMENTADORAS DO CAPÍTULO V, TÍTULO II DA CLT

Aprovando as Normas Regulamentadoras, a Portaria nº. 3.214, de 8 de junho de 1978, estabeleceu os requisitos mínimos passíveis de sanção aos cumpridores no âmbito da segurança e da medicina do trabalho.

2.4 CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988

Promulgado em 05 de outubro de 1988, a Constituição da República Federativa do Brasil, rege:

“Art. 7º - São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social:

...

XXII - redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança;

...

XXVIII - Seguro contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que este está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa.”

2.5 CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (1990)

Promulgado em 11 de setembro de 1990 a Lei nº. 8.078 rege:

“Art. 6º São direitos básicos do consumidor:

I: proteção da vida, saúde e segurança contra usos;

...

IV: A efetiva prevenção, reparação de danos patrimoniais, morais, individuais, coletivos e difusos.”

2.6 CÓDIGO CIVIL (2002)

Promulgado em 20 de janeiro de 2002 o novo Código Civil rege:

“Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

...

Art. 932. São também responsáveis pela reparação civil:

...

Item III - o empregador ou comitente, por seus empregados, serviços e prepostos, no exercício do trabalho que lhes competir, ou em razão dele.

...

Art. 949. No caso de lesão ou outra ofensa à saúde, o ofensor indenizará o ofendido das despesas do tratamento e dos lucros cessantes até ao fim da convalescência, além de algum outro prejuízo que o ofendido prove haver sofrido.”

2.7 NR-09 (2017) – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

A norma destina-se ao estabelecimento da obrigatoriedade de elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), visando à preservação da saúde e integridade dos trabalhadores, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais no ambiente de trabalho, dentre eles o risco físico vibração de corpo inteiro.

A atual revisão da NR 09 foi promulgada por meio da Portaria MTB n.º 871, de 06 de julho de 2017, porém o assunto sobre vibrações, antes somente tratado pelo NR 15, consta como Anexo 1 do PPRA desde setembro de 2014, por meio da Portaria MTE nº. 1.471.

Neste sentido, o supracitado anexo aborda o assunto num contexto mais amplo, exigindo dos empregadores a adoção de medidas de controle e prevenção de doenças e distúrbios decorrentes da exposição ocupacional às vibrações, eliminando o risco, ou, em sua impossibilidade, reduzindo-o ao máximo.

2.8 NR-15 (2018) – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

Promulgada por meio da Portaria MTB n.º 1.084, de 18 de dezembro de 2018, a norma destina-se ao estabelecimento de critérios para a caracterização ou não de insalubridade, dentre eles o Anexo 8 – Vibração, com redação dada pela Portaria MTE n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014.

O supracitado anexo, cita que os procedimentos técnicos para a avaliação quantitativa de VCI e VMB são os estabelecidos nas NHOs da FUNDACENTRO, sendo a NHO 09 a objeto de estudo deste trabalho.

Ainda, a NR 15 estabelece como limite para caracterização de insalubridade em grau médio (20% de adicional sobre o salário mínimo) a exposição a qualquer valor que exceda um dos dois critérios, sendo obrigatória a avaliação dos dois parâmetros:

- a) Valor da AREN de 1,1 m/s²; ou,
- b) VDVR de 21,0 m/s^{1,75}.

2.9 NORMAS TÉCNICAS ISO

Referências técnicas estabelecidas nas normas da série ISO determinam a elaboração de procedimentos para a avaliação de VCI. As ISOs 2631 e 8041 são fontes de bibliografia da NHO 09:

2.9.1 ISO 2631 - *Mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration*

Em sua última versão, vigente desde 1997, fornece os requisitos gerais para a avaliação da exposição humana à vibração de corpo inteiro.

2.9.2 ISO 8041 – *Human response to vibration.*

Em sua última versão, vigente desde 2005, determina as especificações de desempenho e os limites de tolerância para instrumentos projetados para medir valores de vibração, com o objetivo de avaliar a resposta humana à vibração. Inclui requisitos para avaliação de padrões, verificações periódicas e verificações no local e a especificação de calibradores de vibração. Os instrumentos de vibração especificados podem ser instrumentos únicos, combinações de instrumentação ou sistemas de aquisição e análise baseados em computador.

Três níveis de teste de desempenho são definidos na ISO 8041: 2005: avaliação de padrões, ou seja, um teste completo do instrumento em relação às especificações definidas nesta Norma; verificação periódica, ou seja, um conjunto intermediário de testes projetados para garantir que um instrumento permaneça dentro da especificação de desempenho exigida e verificações no local, ou seja, um nível mínimo de teste necessário para indicar que um instrumento provavelmente funcionará dentro da especificação de desempenho exigida .

2.10 NHO 09 (2013) – PROCEDIMENTO TÉCNICO – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

Destina-se ao estabelecimento de critérios e procedimento para a avaliação da exposição a vibrações de corpo inteiro, tendo como principal foco a prevenção e o controle dos riscos.

2.11 PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS

A exposição às vibrações mecânicas traz inúmeros efeitos adversos à saúde dos trabalhadores, sendo esse risco presente nos mais variados setores produtivos brasileiros e mundiais (CUNHA, 2006).

Problemas na região dorsal e lombar, gastrointestinal, sistema reprodutivo, desordens no sistema visual, problemas nos discos intervertebrais e degeneração na coluna vertebral foram observados quando da exposição sobre condições severas de vibração. Dentre os principais efeitos da exposição à VCI, se destacam as lombalgias (USP, 2018a).

Diversos autores citam que os sintomas de fadiga, insônia, dor de cabeça e tremor aparecem frequentemente durante ou logo após a exposição, mas geralmente desaparecem após um período de descanso.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a determinação das avaliações a serem realizadas, foram definidas por amostragem 10 avaliações em 05 modelos de empilhadeiras diferentes.

O parque de equipamentos da empresa avaliada é composto por 90 empilhadeiras, dentre elas modelos elétricos e à combustão (diesel e GLP), que variam de 05 a 41 anos de uso, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação do parque de equipamentos da empresa

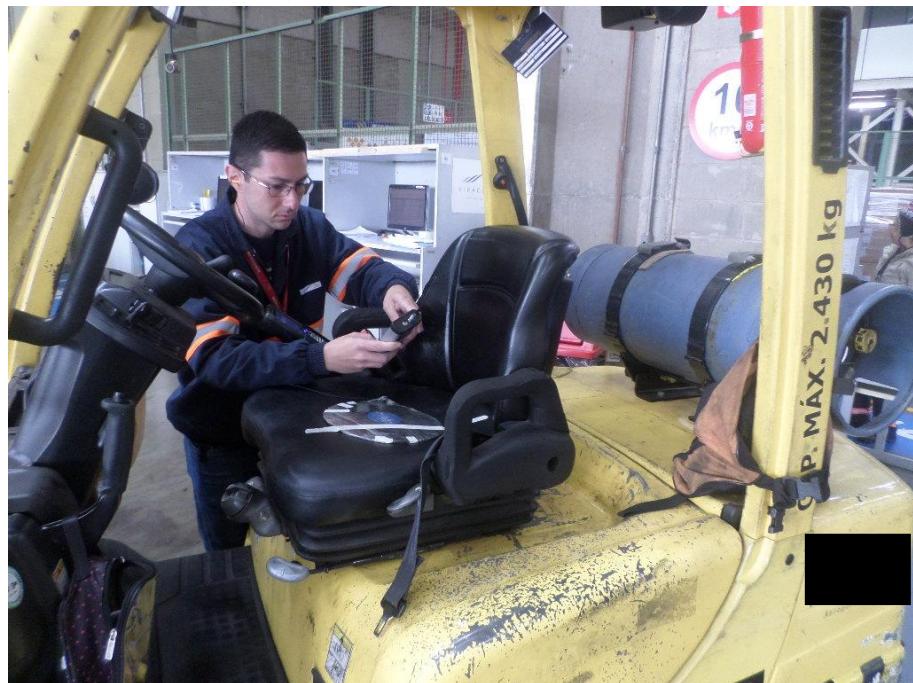
QUANTIDADE POR MODELO	IDADE (ANOS)	TIPO	FABRICANTE	MODELO	CAPACIDADE	PROPULSAO / COMBUSTÍVEL
1	41	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H-80J	4.000 Kg	GLP
1	21	CONTRABALANÇADA	DAEWOO	G25S	2.500 Kg	GLP
1	14	CONTRABALANÇADA	STILL	CL 40	4.000 Kg	GLP
1	5	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H12000	10.000 Kg	DIESEL
1	5	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H18-12	20.000 Kg	DIESEL
1	9	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H155FT	7.000 Kg	DIESEL
2	22	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H230XL2-E	10.000 Kg	DIESEL
2	19	CONTRABALANÇADA	NISSAN	PJ02A25U	2.500 Kg	GLP
2	14	RETRÁTIL	STILL	FME-17	1.500 Kg	ELÉTRICA
3	16	CONTRABALANÇADA	STILL	R 20-15	1.500 Kg	ELÉTRICA
3	13	CONTRABALANÇADA	STILL	RX 20-20	2.000 Kg	ELÉTRICA
4	19	RETRÁTIL	DAEWOO	BR-18J	1.800 Kg	ELÉTRICA
5	16	RETRÁTIL	STILL	ETVFM17 E	1.500 Kg	ELÉTRICA
5	10	RETRÁTIL	PALETRANS	PR 20	1.600 Kg	ELÉTRICA
5	9	CONTRABALANÇADA	YALE	GLP050VX	2.500 Kg	GLP
6	9	CONTRABALANÇADA	STILL	RX 20-20	2.000 Kg	ELÉTRICA
8	15	CONTRABALANÇADA	STILL	CL 25	2.500 Kg	GLP
9	10	CONTRABALANÇADA	CLARK	C 25	2.500 Kg	GLP
15	6	CONTRABALANÇADA	TOYOTA	8FGU	2.500 Kg	GLP
15	5	CONTRABALANÇADA	HYSTER	H40-60FT	2.500 Kg	GLP
90				TOTAL		

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a definição das empilhadeiras a serem amostradas, foi dado início a avaliação ambiental, com a instalação do medidor de vibração, conforme Figuras 1 e 2, para posterior coleta dos dados obtidos.

O equipamento utilizado (medidor de vibração), marca/modelo SVANTEK SV 106, possui entrada para cartão SD e interface USB com integração de software próprio para *download* dos dados medidos.

Figura 1 – Instalação do medidor de vibração na empilhadeira



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 2 – Instalação do medidor de vibração na empilhadeira



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Apesar de haver na NHO 09 (FUNDACENTRO, 2013, p. 30) um exemplo de fixação de acelerômetro, alguns fabricantes já disponibilizam alternativas (cintas, bases magnéticas, entre outros) para a fixação do acelerômetro no assento do equipamento a ser medida a VCI. Em não tendo recursos de fábrica, para melhor estabilidade, visando que o mesmo não se desloque e não cause interferência na avaliação, recomenda-se a fixação do aparelho com pelo menos 2 linhas paralelas de fita crepe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CASO 1 – EMPILHADEIRA YALE – MODELO GLP050VX

Neste primeiro caso, foram avaliados dois colaboradores com massas distintas operando um mesmo equipamento, sendo uma empilhadeira contrabalançada movida a GLP, com capacidade máxima de carga de 2.500 Kg, conforme pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3 – Caso 1 Empilhadeira E122



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

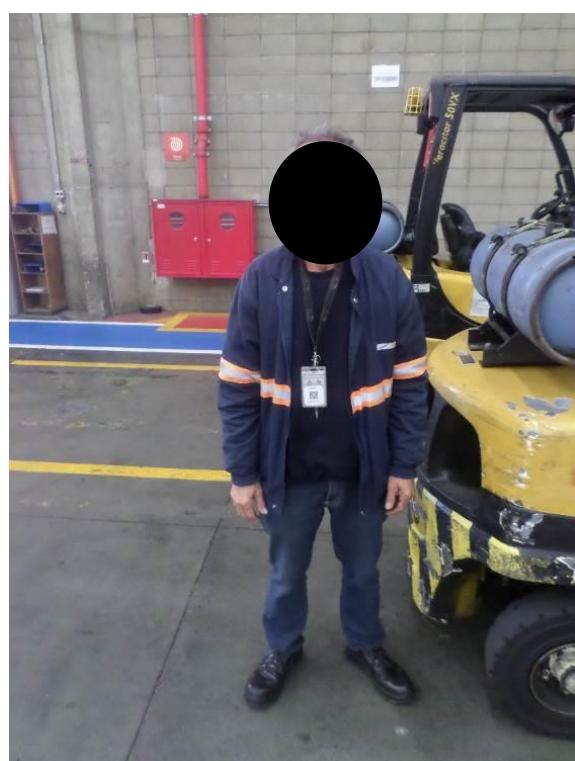
O Operador de Empilhadeira 1 possui massa de 98 Kg, enquanto que o Operador de Empilhadeira 2 possui massa de 62 Kg, o que gera uma diferença de massa de 36 Kg. O biotipo dos colaboradores, em virtude de suas massas, pode ser visualizado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Caso 1: Biotipo do Operador de Empilhadeira 1 com 98 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 5 – Caso 1: Biotipo do Operador de Empilhadeira 2 com 62 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a avaliação de VCI nas atividades desempenhadas pelos Operadores 1 e 2 conduzindo a mesma empilhadeira E122 (tempo de avaliação de 22 minutos para o Operador 1 e de 17 minutos para o Operador 2), durante o mesmo turno de trabalho, mesmo espaço físico, com tipos de volume movimentados similares, foi possível obter os resultados apresentados nas Figuras 6 e 7, estratificados do software fornecido pela Svantec, fabricante do equipamento medidor de vibração.

Figura 6 - Resultado da avaliação com o Operador 1 – 98 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk		Ponderação	Wd	Wd	Wk	
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,350	0,285	0,697	1,10 m/s ² Aren	Nível m/s ²	9,267	7,210	14,819	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Tempo de Avaliação:	22 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	22 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,779 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	15,539 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analisando os resultados apresentados na Figura 6, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR ultrapassaram o nível de ação, porém não foram ultrapassados os limites de exposição.

Figura 7 - Resultado da avaliação com o Operador 2 – 62 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk		Ponderação	Wd	Wd	Wk	
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,411	0,258	0,538	1,10 m/s ² Aren	Nível m/s ²	12,977	7,846	11,656	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,719 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	14,998 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analisando os resultados apresentados na Figura 7, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR ultrapassaram o nível de ação, porém não foram ultrapassados os limites de exposição.

4.2. CASO 2 – EMPILHADEIRA TOYOTA – MODELO 8FGU

Neste segundo caso, foram avaliados dois colaboradores com massas distintas operando um mesmo equipamento, sendo uma empilhadeira contrabalançada movida a GLP, com capacidade máxima de carga de 2.500 Kg, conforme pode ser visualizada na Figura 8.

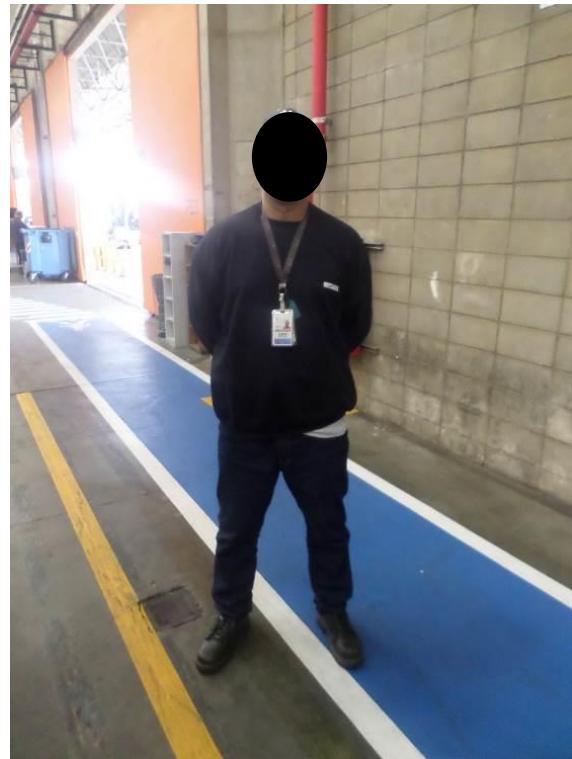
Figura 8 – Caso 2 Empilhadeira E134



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

O Operador de Empilhadeira 3 possui massa de 103 Kg, enquanto que o Operador de Empilhadeira 4 possui massa de 88 Kg, o que gera uma diferença de massa de 15 Kg. O biotipo dos colaboradores, em virtude de suas massas, pode ser visualizado nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 – Caso 2: Biotipo do Operador de Empilhadeira 3 com 103 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 10 – Caso 2: Biotipo do Operador de Empilhadeira 4 com 88 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a avaliação de VCI nas atividades desempenhadas pelos Operadores 3 e 4 conduzindo a mesma empilhadeira E134 (tempo de avaliação de 15 minutos para o Operador 3 e de 17 minutos para o Operador 4), durante o mesmo turno de trabalho, mesmo espaço físico, com tipos de volume movimentados similares, foi possível obter os resultados apresentados nas Figuras 11 e 12, stratificados do software fornecido pela Svantec, fabricante do equipamento medidor de vibração.

Figura 11 - Resultado da avaliação com o Operador 3 – 103 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,265	0,209	0,552		Nível m/s ²	7,857	5,919	11,915	
Tempo de Avaliação:	15 min.				Tempo de Avaliação:	15 min.			
Resultado da Avaliação	0,603 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	12,600 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 11, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR ultrapassaram o nível de ação, porém não foram ultrapassados os limites de exposição.

Figura 12 - Resultado da avaliação com o Operador 4 – 88 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,178	0,156	0,350		Nível m/s ²	5,323	3,914	6,839	
Tempo de Avaliação:	17 min.				Tempo de Avaliação:	17 min.			
Resultado da Avaliação	0,400 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	7,536 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 12, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR não ultrapassaram o nível de ação.

4.3. CASO 3 – EMPILHADEIRA CLARK – MODELO C 25

Neste terceiro caso, foram avaliados dois colaboradores com massas distintas operando um mesmo equipamento, sendo uma empilhadeira contrabalançada movida a GLP, com capacidade máxima de carga de 2.200 Kg, conforme pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13 – Caso 3 Empilhadeira E105



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

O Operador de Empilhadeira 5 possui massa de 90 Kg, enquanto que o Operador de Empilhadeira 6 possui massa de 67 Kg, o que gera uma diferença de massa de 23 Kg. O biotipo dos colaboradores, em virtude de suas massas, pode ser visualizado nas Figuras 14 e 15.

Figura 14 – Caso 3: Biotipo do Operador de Empilhadeira 5 com 90 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 15 – Caso 3: Biotipo do Operador de Empilhadeira 6 com 67 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a avaliação de VCI nas atividades desempenhadas pelos Operadores 5 e 6 conduzindo a mesma empiladeira E105 (tempo de avaliação de 17 minutos para ambos), durante o mesmo turno de trabalho, mesmo espaço físico, com tipos de volume movimentados similares, foi possível obter os resultados apresentados nas Figuras 16 e 17, estratificados do software fornecido pela Svantec, fabricante do equipamento medidor de vibração.

Figura 16 - Resultado da avaliação com o Operador 5 – 90 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1.75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,197	0,205	0,339		Nível m/s ²	6,224	6,146	7,594	
Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,433 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	8,893 m/s ^{1.75}			9,1 m/s ^{1.75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 16, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR não ultrapassaram o nível de ação.

Figura 17 - Resultado da avaliação com o Operador 6 - 67 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1.75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,190	0,196	0,330		Nível m/s ²	5,637	5,460	6,848	
Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	17 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,418 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	8,074 m/s ^{1.75}			9,1 m/s ^{1.75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 17, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR não ultrapassaram o nível de ação.

4.4. CASO 4 – EMPILHADEIRA HYSTER – MODELO H40-60FT

Neste quarto caso, foram avaliados dois colaboradores com massas distintas operando um mesmo equipamento, sendo uma empilhadeira contrabalançada movida a GLP, com capacidade máxima de carga de 2.500 Kg, conforme pode ser visualizada na Figura 18.

Figura 18 – Caso 4 Empilhadeira E146



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

O Operador de Empilhadeira 7 possui massa de 69 Kg, enquanto que o Operador de Empilhadeira 8 possui massa de 83 Kg, o que gera uma diferença de massa de 14 Kg. O biotipo dos colaboradores, em virtude de suas massas, pode ser visualizado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Caso 4 Biótipo do Operador de Empilhadeira 7 com 69 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 20 – Caso 4 Biotipo do Operador de Empilhadeira 8 com 83 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a avaliação de VCI nas atividades desempenhadas pelos Operadores 7 e 8 conduzindo a mesma empilhadeira E146 (tempo de avaliação de 20 minutos para o Operador 7 e de 16 minutos para o Operador 8), durante o mesmo turno de trabalho, mesmo espaço físico, com tipos de volume movimentados similares, foi possível obter os resultados apresentados nas Figuras 21 e 22, estratificados do software fornecido pela Svantec, fabricante do equipamento medidor de vibração.

Figura 21 - Resultado da avaliação com o Operador 7 – 69 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,322	0,176	0,218		Nível m/s ²	8,483	4,705	7,268	
Tempo de Avaliação:	20 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	20 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,463 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	9,590 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 21, pode-se verificar que somente o parâmetro VDVR ultrapassou o nível de ação, porém não foi ultrapassado o limite de exposição.

Figura 22 - Resultado da avaliação com o Operador 8 – 83 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,214	0,203	0,218		Nível m/s ²	6,688	5,825	5,763	
Tempo de Avaliação:	16 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	16 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,387 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	8,076 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 22, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR não ultrapassaram o nível de ação.

4.5. CASO 5 – EMPILHADEIRA DAEWOO – MODELO BR18J

No quinto e último caso, foram avaliados dois colaboradores com massas distintas operando um mesmo equipamento, sendo uma empilhadeira elétrica retrátil, com capacidade máxima de carga de 1.800 Kg, conforme pode ser visualizada na Figura 23.

Figura 23 – Caso 5 Empilhadeira E059



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

O Operador de Empilhadeira 9 possui massa de 80 Kg, enquanto que o Operador de Empilhadeira 10 possui massa de 72 Kg, o que gera uma diferença de massa de 08 Kg. O biotipo dos colaboradores, em virtude de suas massas, pode ser visualizado nas Figuras 24 e 25.

Figura 24 – Caso 5 Biotipo do Operador de Empilhadeira 9 com 80 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 25 – Caso 5 Biotipo do Operador de Empilhadeira 10 com 72 Kg



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Após a avaliação de VCI nas atividades desempenhadas pelos Operadores 9 e 10 conduzindo a mesma empilhadeira E059 (tempo de avaliação de 21 minutos para o Operador 9 e de 10 minutos para o Operador 10), durante o mesmo turno de trabalho, mesmo espaço físico, com tipos de volume movimentados similares, foi possível obter os resultados apresentados nas Figuras 26 e 27, estratificados do software fornecido pela Svantec, fabricante do equipamento medidor de vibração.

Figura 26 - Resultado da avaliação com o Operador 9 – 80 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,276	0,191	0,593		Nível m/s ²	7,849	5,240	12,903	
Tempo de Avaliação:	21 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	21 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,535 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	13,403 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 26, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR ultrapassaram o nível de ação, porém não foram ultrapassados os limites de exposição.

Figura 27 - Resultado da avaliação com o Operador 10 – 72 Kg

<u>Aren</u> (Aceleração Resultante Normalizada)					<u>VDVR</u> (Valor da Dose Vibração Resultante)				
EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)	EIXO	X	Y	Z	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR9 / Anexo 8 – NR15)
Ponderação	Wd	Wd	Wk	1,10 m/s ² Aren	Ponderação	Wd	Wd	Wk	21,0 m/s ^{1,75} VDVR
Coeficiente	1,4	1,4	1		Coeficiente	1,4	1,4	1	
Nível m/s ²	0,376	0,275	0,973		Nível m/s ²	9,235	7,071	17,735	
Tempo de Avaliação:	10 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)	Tempo de Avaliação:	10 min.			NÍVEL DE AÇÃO (NR9)
Resultado da Avaliação	0,828 m/s ²			0,50 m/s ² Aren	Resultado da Avaliação	18,158 m/s ^{1,75}			9,1 m/s ^{1,75}

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Analizando os resultados apresentados na Figura 27, pode-se verificar que ambos os parâmetros AREN e VDVR ultrapassaram o nível de ação, porém não foram ultrapassados os limites de exposição.

4.6. RESUMO DOS RESULTADOS

Conforme pode ser observado na Tabela 2, obtém-se como resultado, após a realização das avaliações, além da conformidade no atendimento integral às Normas Regulamentadoras nº. 09 e 15, requisitos legais, que nenhuma empilhadeira oferece condição de insalubridade.

Tabela 2 – Resumo das informações coletadas e resultados das avaliações ambientais realizadas

CASO	EQUIPAMENTO	FUNÇÃO – ORDEM	MASSA (Kg)	DIFERENÇA DE MASSA	AREN	VDVR
1	(E122) YALE GLO050VX	Operador de Empilhadeira – 1	98	36	0,779	15,539
		Operador de Empilhadeira – 2	62		0,719	14,998
2	(E134) TOYOTA 8FGU	Operador de Empilhadeira – 3	103	15	0,603	12,600
		Operador de Empilhadeira – 4	88		0,400	7,536
3	(E105) CLARK C25	Operador de Empilhadeira – 5	90	23	0,433	8,893
		Operador de Empilhadeira – 6	67		0,418	8,074
4	(E146) HYSTER H40-60FT	Operador de Empilhadeira – 7	69	14	0,463	9,590
		Operador de Empilhadeira – 8	83		0,387	8,706
5	(E059) DAEWOO BR18J	Operador de Empilhadeira – 9	80	8	0,535	13,403
		Operador de Empilhadeira – 10	72		0,828	18,158

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Destacado na Tabela 2 em verde as avaliações que não tiverem o nível de ação atingido e em amarelo, as avaliações que ficaram acima do nível de ação, porém abaixo do limite de exposição.

Ainda, pode-se observar que, via de regra, os Operadores com massa maior tiveram resultados mais altos, ou seja, tem maior probabilidade de sofrerem com os efeitos causados pela VCI.

Dos casos analisados, somente o Caso 5 apresentou resultado menor para o Operador com maior massa. Tal fato pode ser resultado de vários fatores que não foram objeto desta análise, tais como: lote de cargas com peso diferente, trajeto por outro tipo de pavimento, quantidade de vezes que o Operador necessitou descer do equipamento, etc.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se, por meio dos resultados obtidos através das avaliações ambientais, que nenhum dos equipamentos medidos apresentam condições de insalubridade para seus Operadores, porém a sua maioria (60% da amostragem) está em níveis de alerta dentro do nível de ação, justificando assim a adoção de medidas preventivas para se manter os níveis de exposição em limites aceitáveis.

Ainda, mesmo que de forma sutil, houve a comprovação de que o aumento da massa do trabalhador é diretamente proporcional ao aumento do resultado do AREN e VDVR, motivo pelo qual, dentre outros fatores, comprova-se que o monitoramento do Índice de Massa Corporal deve ser realizado pela empresa também com o intuito de controle dos efeitos da VCI.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **ACGIH. TLVs e BEIs: baseados na documentação dos limites de exposição ocupacional (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos & índices biológicos de exposição (BEIs).** Tradução da Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo: ABHO, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR 15: Atividades e Operações Insalubres.** 2018.

CUNHA, I. A. da. **Exposição Ocupacional à Vibração em Mão e Braços em Marmorarias no Município de São Paulo: Proposição de Procedimento Alternativo de Medição** — Tese (doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo — Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo. São Paulo: 2006.

FUNDACENTRO, NHO-09, **Norma de Higiene Ocupacional**, Procedimento técnico – Avaliação de Exposição Ocupacional a Vibração de Corpo Inteiro. 2013.

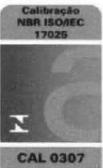
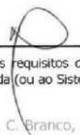
GUIA TRABALHISTA. **A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.** Disponível em: <<http://www.guia-trabalhista.com.br/tematicas/clt.htm>>. Acessado em: 07 de setembro de 2012.

USP. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da USP. **Agentes Físicos I.** EPUSP/LACASEMIN, 2018a. 185p.

USP. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da USP. **Introdução à higiene ocupacional e legislação ocupacional.** EPUSP/LACASEMIN, 2018b. 349p.

ANEXO

ANEXO A - Certificado de calibração do Medidor de Vibração utilizado nas avaliações ambientais

 <p>CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaio da Total Safety</p>	<p>CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO.</p>	 <p>Calibração NBR ISO/IEC 17025</p> <p>CAL 0307</p>																																												
<p>CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10798-597</p>																																														
<p>1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO</p>		<p>Data da calibração: 26/07/2019</p> <p>Processo: 19486</p>																																												
<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Nome:</td> <td colspan="3">Geraldo Tadeu Nunes Eireli - M.E.</td> </tr> <tr> <td>Endereço:</td> <td colspan="3">Rua Adolfo João Traide, 317 - Parque da Represa - Jundiaí - SP - CEP: 13214-560</td> </tr> <tr> <td>Equipamento:</td> <td>Medidor de Vibração</td> <td>Acelerômetro (ACL-1)</td> <td>Acelerômetro (ACL-2)</td> </tr> <tr> <td>Marca:</td> <td>Svantek</td> <td>Svantek</td> <td>Svantek</td> </tr> <tr> <td>Modelo:</td> <td>SV 106</td> <td>SV105A</td> <td>SV 38V</td> </tr> <tr> <td>Número de Série:</td> <td>46293</td> <td>53884</td> <td>53986</td> </tr> <tr> <td>Identificação:</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table>			Nome:	Geraldo Tadeu Nunes Eireli - M.E.			Endereço:	Rua Adolfo João Traide, 317 - Parque da Represa - Jundiaí - SP - CEP: 13214-560			Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL-1)	Acelerômetro (ACL-2)	Marca:	Svantek	Svantek	Svantek	Modelo:	SV 106	SV105A	SV 38V	Número de Série:	46293	53884	53986	Identificação:	---	---	---																
Nome:	Geraldo Tadeu Nunes Eireli - M.E.																																													
Endereço:	Rua Adolfo João Traide, 317 - Parque da Represa - Jundiaí - SP - CEP: 13214-560																																													
Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL-1)	Acelerômetro (ACL-2)																																											
Marca:	Svantek	Svantek	Svantek																																											
Modelo:	SV 106	SV105A	SV 38V																																											
Número de Série:	46293	53884	53986																																											
Identificação:	---	---	---																																											
<p>2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO</p>																																														
<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Código</th> <th>Certificado:</th> <th>Emitente:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acelerômetro</td> <td>P172</td> <td>DIMCI 1206/2016</td> <td>INMETRO</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Aquisição</td> <td>P182</td> <td>RBC 19/1023</td> <td>RBC</td> </tr> <tr> <td>Amplificador</td> <td>P256</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Shaker</td> <td>P203</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gerador de Ruído</td> <td>P206</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conversor Carga/CCP</td> <td>P183</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sistema de Aquisição</td> <td>P182</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Gerador (teste dinâmico)</td> <td>P128</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Termômetro</td> <td>P161</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Higrômetro</td> <td>P161</td> </tr> </tbody> </table>			Descrição	Código	Certificado:	Emitente:	Acelerômetro	P172	DIMCI 1206/2016	INMETRO	Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC	Amplificador	P256			Shaker	P203			Gerador de Ruído	P206			Conversor Carga/CCP	P183					Sistema de Aquisição	P182			Gerador (teste dinâmico)	P128			Termômetro	P161			Higrômetro	P161
Descrição	Código	Certificado:	Emitente:																																											
Acelerômetro	P172	DIMCI 1206/2016	INMETRO																																											
Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC																																											
Amplificador	P256																																													
Shaker	P203																																													
Gerador de Ruído	P206																																													
Conversor Carga/CCP	P183																																													
		Sistema de Aquisição	P182																																											
		Gerador (teste dinâmico)	P128																																											
		Termômetro	P161																																											
		Higrômetro	P161																																											
<p>3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO</p>																																														
<p>Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.</p>																																														
<p>Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento. As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.</p>																																														
<p>Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com cianocrílico na configuração correspondente.</p>																																														
<p>Condições ambientais: Temperatura: 19,3 °C, Umidade Relativa: 47 %. Temperatura média do transdutor 19,5 °C.</p>																																														
<p>Observações gerais: 1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.</p>																																														
<p>2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.</p>																																														
<p>3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.</p>																																														
<p>4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.</p>																																														
<p>5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.</p>																																														
<p>6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.</p>																																														
<p>Executante: </p>		<p>Página: 1/6</p>																																												
<p>Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).</p>																																														
<p>R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555</p>																																														



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaios da Total Safety

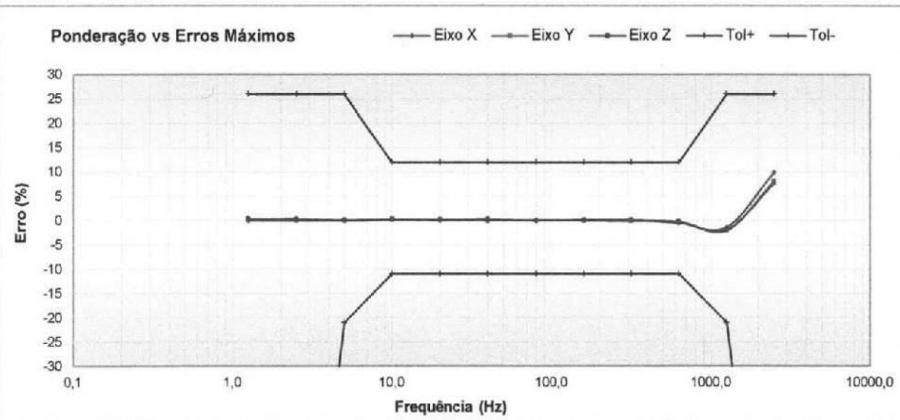
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10798-597

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 165 mV)

Frequeência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,8	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---
1,25	0,0	0,0	0,3	0,040	26	-100	0,7
1,6	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---
2,5	0,3	0,0	0,3	0,158	26	-100	0,7
3,15	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	-0,1	0,0	0,545	26	-21	0,7
6,3	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
10	0,2	0,1	0,2	0,951	12	-11	0,7
12,5	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---
20	0,0	0,1	0,1	0,782	12	-11	0,6
25	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---
40	0,0	0,0	0,2	0,411	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---
160	0,1	0,0	0,1	0,101	12	-11	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	0,0	-0,2	0,1	0,050	12	-11	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	-0,5	-0,2	-0,4	0,024	12	-11	0,6
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	-1,4	-2,1	-1,9	0,009	26	-21	0,6
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	9,9	8,1	7,7	0,002	26	-100	0,6
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

Página: 2/6



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaios da Total Safety

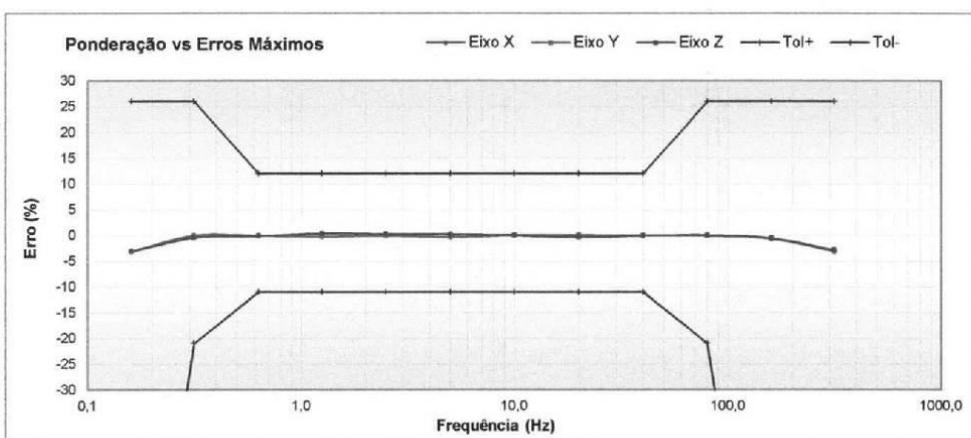
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10798-597

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 1250 mV)

Ponderação em Freqüência Wd / Wk	Freqüência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
	0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,16	-3,1	-3,1	-3,1	0,155	0,078	26	-100	0,8
	0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,315	-0,1	-0,1	-0,5	0,533	0,264	26	-21	0,8
	0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,63	-0,1	-0,1	-0,2	0,944	0,459	12	-11	0,8
	0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,3	-0,3	0,3	1,007	0,485	12	-11	0,8
	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,1	-0,1	0,2	0,773	0,634	12	-11	0,8
	3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---	---
	5	-0,4	-0,4	0,2	0,408	1,039	12	-11	0,8
	6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---	---
	10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---	---
	20	0,0	0,0	-0,4	0,100	0,637	12	-11	0,4
	25	---	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	40	-0,1	-0,1	-0,1	0,050	0,316	12	-11	0,6
	50	---	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,0	-0,1	0,021	0,134	26	-21	0,6
	100	---	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---	---
	160	-0,7	-0,7	-0,6	0,005	0,029	26	-100	0,6
	200	---	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---	---
	315	-3,1	-3,1	-2,9	0,001	0,004	26	-100	0,6
	400	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Executante: Humberto de A. C. Branco

Página: 3/6



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N°: RBC5-10798-597

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

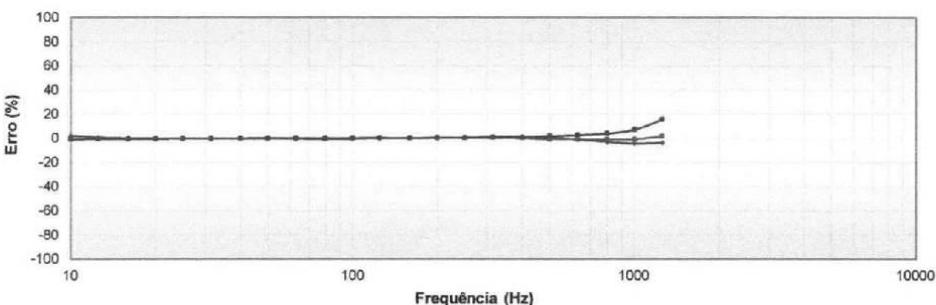
Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
10	0,6836	2,1	0,6534	-0,2	0,6440	-1,0	4,3
12,5	0,6749	0,8	0,6515	-0,5	0,6463	-0,7	1,9
16	0,6694	-0,1	0,6511	-0,6	0,6451	-0,9	1,5
20	0,6682	-0,2	0,6514	-0,5	0,6467	-0,6	1,5
25	0,6674	-0,4	0,6523	-0,4	0,6476	-0,5	1,5
31,5	0,6667	-0,5	0,6521	-0,4	0,6480	-0,4	1,2
40	0,6678	-0,3	0,6522	-0,4	0,6490	-0,3	1,2
50	0,6679	-0,3	0,6531	-0,3	0,6499	-0,1	1,0
63	0,6682	-0,2	0,6546	-0,1	0,6480	-0,4	1,0
80	0,6694	-0,1	0,6553	0,1	0,6461	-0,7	1,0
100	0,6688	-0,2	0,6553	0,1	0,6480	-0,4	1,0
125	0,6692	-0,1	0,6556	0,1	0,6502	-0,1	1,1
160	0,6699	0,0	0,6549	0,0	0,6508	0,0	1,1
200	0,6710	0,2	0,6565	0,2	0,6514	0,1	1,0
250	0,6740	0,6	0,6565	0,2	0,6515	0,1	1,1
315	0,6772	1,1	0,6587	0,6	0,6529	0,3	1,2
400	0,6772	1,1	0,6549	0,0	0,6560	0,8	1,0
500	0,6735	0,5	0,6493	-0,9	0,6616	1,7	1,0
630	0,6632	-1,0	0,6492	-0,9	0,6674	2,5	1,0
800	0,6512	-2,8	0,6483	-1,0	0,6761	3,9	1,0
1000	0,6409	-4,3	0,6495	-0,8	0,6969	7,1	1,0
1250	0,6455	-3,6	0,6661	1,7	0,7505	15,3	1,3
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	---	---	---	---	---	---	---
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---
5000	---	---	---	---	---	---	---
6300	---	---	---	---	---	---	---
8000	---	---	---	---	---	---	---
10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	0,6694	0,6553	0,6461
	160	0,6699	0,6549	0,6508
mV/g	80	6,565	6,426	6,336
	160	6,569	6,422	6,382

Resposta em frequência (normalizada em 160 Hz)

— Eixo X — Eixo Y — Eixo Z



Executante:

Página: 4/6

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N°: RBC5-10798-597

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 16 Hz: 10 m/s²)

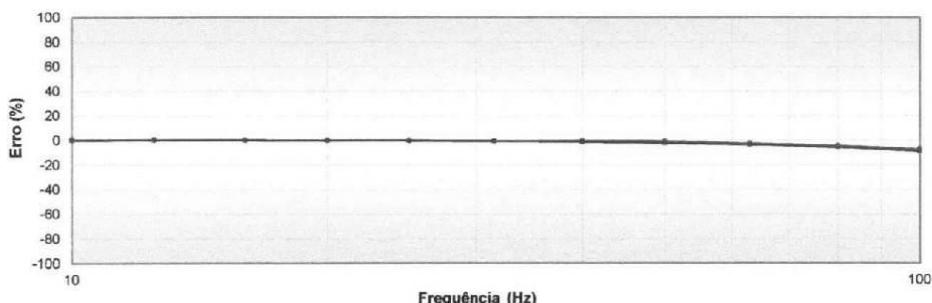
Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
10	49,01	-0,2	48,87	-0,2	49,11	0,1	4,3
12,5	49,16	0,1	49,03	0,2	49,12	0,2	1,9
16	49,09	0,0	48,95	0,0	49,04	0,0	1,5
20	49,00	-0,2	48,84	-0,2	48,97	-0,1	1,5
25	48,97	-0,2	48,80	-0,3	48,88	-0,3	1,5
31,5	48,69	-0,8	48,57	-0,8	48,70	-0,7	1,2
40	48,78	-0,6	48,75	-0,4	48,42	-1,3	1,2
50	48,64	-0,9	48,56	-0,8	47,98	-2,2	1,0
63	47,77	-2,7	47,64	-2,7	47,34	-3,5	1,0
80	46,87	-4,5	46,75	-4,5	46,30	-5,6	1,0
100	45,45	-7,4	45,36	-7,3	44,79	-8,7	1,0
125	---	---	---	---	---	---	---
160	---	---	---	---	---	---	---
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	---	---	---	---	---	---	---
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	---	---	---	---	---	---	---
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	---	---	---	---	---	---	---
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	---	---	---	---	---	---	---
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---
5000	---	---	---	---	---	---	---
6300	---	---	---	---	---	---	---
8000	---	---	---	---	---	---	---
10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 16 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	16	49,09	48,95	49,04
	80	46,87	46,75	46,30
mV/gn	16	481,4	480,0	480,9
	80	459,6	458,5	454,1

Resposta em frequência (normalizada em 16 Hz)

— Eixo X — Eixo Y — Eixo Z



Executante:

Página: 5/6

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaio da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10798-597

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo X)

Aceleração de Referência (m/s ²)	Aceleração Medida (m/s ²)	Fundo de Escala	Erro (m/s ²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,52	1410	0,02	5,0	---	2,9
1,00	1,02	1410	0,01	1,4	---	1,6
2,01	1,99	1410	-0,02	-1,0	---	1,1
3,01	2,98	1410	-0,03	-0,9	---	1,0
4,00	3,97	1410	-0,03	-0,8	---	1,0
5,00	4,94	1410	-0,06	-1,2	---	1,0
10,01	9,88	1410	-0,12	-1,2	---	0,9
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Elvis Gouveia
Signatário Autorizado

Data da emissão: 26/07/2019

Página:6/6