
A Perda Auditiva Em Marceneiros: Proposta De Um Modelo De Predição Como Ferramenta De Prevenção

Hearing loss in joiners: proposal of a prediction model as a prevention tool

Jesimiel Pinheiro Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5220-5134>

Centro Universitário Tiradentes – Unit-AL

E-mail: jesimiel.pinheiro@souunit.com.br

Walcler De Lima Mendes Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5227-1206>

Centro Universitário Tiradentes – Unit-AL

E-mail: walclerjunior@hotmail.com

Jesana Batista Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2971-9855>

Centro Universitário Tiradentes – Unit-AL

E-mail: jesana.batista@souunit.com.br

Amanda Thais P. C. Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2563-2640>

PMPI-AL

E-mail: amandathais1982@gmail.com

Robson Da Silva Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7618-7049>

Universidade Federal do Sul da Bahia

E-mail: robson.magalhaes@gfe.ufsb.edu.br

RESUMO

Introdução: Na atividade de marcenaria, são utilizadas diversas máquinas e equipamentos que produzem ruídos, podendo provocar sérios prejuízos à saúde, dependendo do tempo de exposição e do nível de ruído. Um dos principais problemas é a perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados (PAINPSE).

Objetivo: Propor um modelo de predição de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados para auxiliar na tomada de decisão para a implantação de medidas preventivas.

Metodologia: Pesquisa de campo de caráter quantitativo, explicativo através de exames audiométricos em 24 marceneiros e ajudantes de marcenaria que trabalham em 12 das 17 marcenarias no município de Palmeira dos Índios-Alagoas. A partir destes dados, foi elaborada uma estrutura de modelo baseada na Regressão Linear Múltipla (RLM) com a predição do Limiar Auditivo (LA), em função do Tempo Total de Exposição na Função (TE), bem como da Idade Biológica (IB). **Conclusão:** As variáveis independentes IB e TE apresentaram significância no modelo atendendo a todos os pressupostos de RLM. O uso deste modelo poderá auxiliar na tomada de decisão quanto a mudança de postura na exposição ao ruído.

Palavras-chave: Perda auditiva; Prevenção; Ruído, Riscos.

ABSTRACT

Introduction: In the woodworking activity, several machines and equipment are used that produce noise, which can cause serious damage to health, depending on the exposure time and noise level. One of the main problems is the Auditory Erda Induced by High Sound Pressure Levels (PAINPSE). **Objective:** To propose a model of prediction of Hearing Loss Induced by High Sound Pressure Levels to assist in decision making for the implementation of preventive measures. **Methodology:** Field research of quantitative character, explanatory through audiometric examinations in 24 joiners and joiners who work in 12 of the 17 joinery in the municipality of Palmeira dos Índios-Alagoas. From these data, a model structure was elaborated based on Multiple Linear Regression (MLR) with the prediction of the Auditory Threshold (LA), as a function of the Total Time of Exposure in the Function (ET), as well as the Biological Age (BI). **Conclusion:** The independent variables IB and ET presented significance in the model meeting all the assumptions of RLM. The use of this model may help in decision making regarding the change of posture in the exposure to noise.

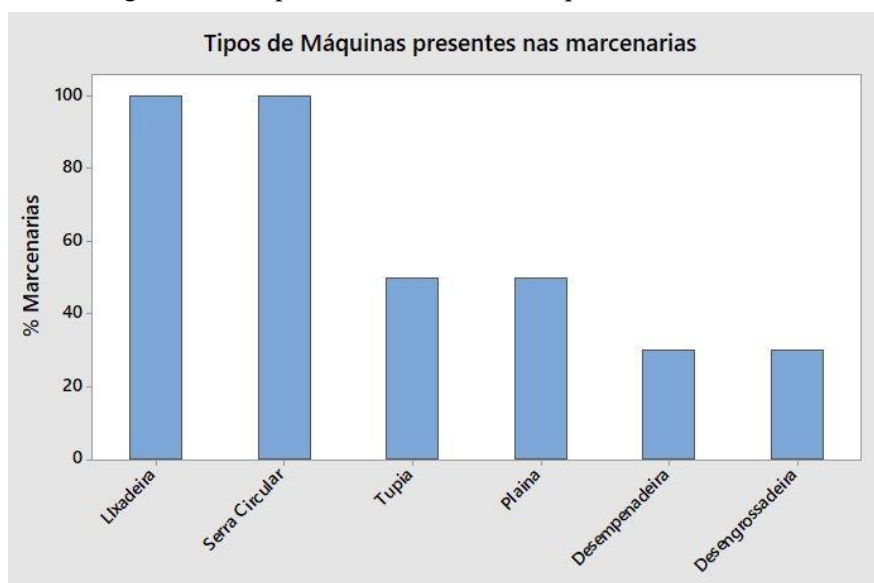
Keywords: Hearing loss; Prevention; Noise, Risks.

INTRODUÇÃO

As atividades de marcenarias utilizam diversas máquinas e equipamentos em seus processos, estas, quando utilizadas, expõem os marceneiros à diversos fatores de riscos de doenças e acidentes. O ambiente de trabalho em marcenaria oferece uma série de riscos à saúde (MEIRA et al., 2012). Conforme o Anexo II da Norma Regulamentadora 7 (NR-7), são considerados sugestivos de Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) os casos cujos audiogramas, nas frequências de 3000 e ou 4000 e ou 6000 Hz, apresentem Limiar Auditivo (LA) acima de 25 dB (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2011).

A Figura 01 demonstra quais máquinas são mais representativas nas marcenarias estudadas, onde a lixadeira e a serra circular são as mais representativas., onde a lixadeira e a serra de bancada estão presentes em todas as marcenarias, enquanto a tupia e a plaina estão presentes em 50 % das marcenarias.

Figura 01 – Representatividade das máquinas nas marcenarias



Fonte: o autor

O ambiente de trabalho é o local no qual o marceneiro passa grande parte da sua vida; cerca de um terço do dia. A busca por qualidade de vida dentro dos ambientes se torna cada vez mais constante, pois existe o entendimento de que

não é possível ter um trabalho satisfatório e produtivo sem contar com um ambiente de trabalho saudável (SENNETT, 2015).

A segurança do trabalho busca entender os fatores físicos, químicos e biológicos e as interações desses fatores no processo que produz o acidente e tem como princípio: prevenir através de medidas antecipadas a integridade física do trabalhador (SOUZA, 2017). Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), divulgado no final de 2015, o Brasil é o 3º país do mundo com mais registros de mortes por acidentes e doenças de trabalho (SILVA et al., 2015). Para Quirino (2017), a preocupação com estes dados em relação à segurança e saúde do trabalho tem assumido relevância nas atividades industriais, devido ao elevado número de acidentes e doenças do trabalho.

Como os marceneiros trabalham com ferramenta e equipamentos que emitem ruídos, o risco de contrair a doença do trabalho Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) é muito grande. Segundo Santos & Almeida (2015), os marceneiros estão expostos em suas atividades ao contato com máquinas perigosas que emitem em outros agentes de riscos, o ruído, que pode levar a PAINPSE. A indústria concentra os processos de trabalho mais comumente vinculados à exposição prolongada de trabalhadores ao ruído devido ao uso de máquinas e equipamentos que podem levar a perda auditiva (CAVALCANTE; FERRITE; MEIRA, 2012).

O adoecimento através da exposição indevida ao ruído tem como consequências além da PAINPSE, outros problemas de saúde como: doenças de ordem psicológica, incômodo, estresse, distúrbios na comunicação e no desempenho de tarefas mentais (SILVA, 2013).

A vida social dos marceneiros também é afetada em decorrência da PAINPSE, na qual atividades como atenção ao dirigir veículos e a comunicação no dia a dia sofrem mudanças. Desta forma, este artigo propõe um modelo para auxiliar a previsão de PAINPSE em marceneiros e fornecer subsídio para tomada de decisão para a implantação de medidas preventivas.

Um dos aspectos que interferem na prevenção de acidentes e doenças do trabalho, é a falta de um processo de informação eficiente, principalmente quando se trata de uma atividade como a marcenaria que é uma prática da cultura tradicional brasileira.

A cadeia produtiva das pequenas mercenarias é caracterizada por baixa escolaridade, administração familiar, baixíssimo uso de tecnologia, desta forma, tendo baixa interação com a tecnologia de informação.

A informação tem uma função importante no cotidiano humano. Faz parte do leque de direitos que constituem os direitos humanos, reconhecido internacionalmente pela Declaração Universal de 1984. O recebimento e a transmissão da notícia/informação são de extrema importância, principalmente para os mais vulneráveis (PESSOA, 2021).

Segundo (SADEK, 2010), a falta de um processo eficiente de informação pode comprometer condições basilares que sustentam a democracia, sendo uma das causas do desconhecimento do sistema judicial por parte dos trabalhadores brasileiros, incluindo os trabalhadores de mercenaria. É comum que estes desconheçam não apenas o funcionamento, como também os papéis e as funções de cada um dos agentes da justiça.

A promoção do acesso à informação por meio da pluralidade de fontes, é evidenciado no Art. 2º da Lei 11 652, de 7 de abril de 2008, bem como a necessidade de produção de conteúdo com finalidades educativas, culturais, sociais e informativas reduzindo a desinformação e a distância entre os mais vulneráveis e seus direitos.

Para Mikhail Bakhtin, a palavra como parte da informação é concebida como material da linguagem interior e da consciência, é um elemento cotidiano na comunicação, está presente nos atos de compreensão e de interpretação entre pessoas (SADEK, 2010). Para (ORLANDI, 2005), a linguagem é um mediador entre o homem e sua realidade natural e social e não é um sistema abstrato, é real com produção de sentidos.

A ausência de conhecimento sobre o acesso a justiça, leva o cidadão a procurar soluções extrajudiciais para seus conflitos, sem saber que a via judicial estaria disponível. A ausência de um modelo de comunicação e difusão desse tipo de conteúdo, em linguagem acessível, principalmente para as camadas mais vulneráveis da sociedade, agudiza o fosso entre o cidadão pobre das classes populares e a justiça aumentando a desigualdade (FERRAZ et al., 2016).

Setores da economia caracterizados por um processo mais tradicional, onde a tecnologia ainda não é parte importante, tem na televisão e no rádio uma fonte principal de informação, desta forma (DELEUZE; GUATTARI, 1997), demonstra que a reprodução de informação tem os meios de comunicação de massa como elementos importantes de repasses destas informações. Os conceitos de serviço público e de comunicação pública recolhem do vocábulo público(a) um princípio de universalidade que se inspira nesta significação genérica de ser-se de todos e para todos (PAULINO; GUAZINA; OLIVEIRA, 2016).

Quanto menos informado é o setor, mas desigual é o tratamento nas questões legais de Segurança e saúde do trabalhador . Regularmente o MTE atualiza as NR, porém sem um processo eficiente de comunicação vão sendo omitidos direitos e coberturas legais para os marceneiros e outras atividades similares. De acordo com o pensamento de Foucault, o saber se constitui a partir da pratica discursiva (SARGENTINI; NAVARRO-BARBOSA, 2004).

Heidegger diferencia a comunicação enquanto fenômeno ôntico da comunicação enquanto fenômeno ontológico. Onticamente, comunicação é, simplesmente, falar com o outro. Ontologicamente, comunicação equivale ao sentido, ao sentido percebido como a experiência de se compreender alguma coisa de tal maneira (CASTRO, 2014).

Os modelos matemáticos com o uso da RLM são aplicáveis quando existe frequente interesse com relação à natureza e significância das relações entre as variáveis independentes e a variável dependente. O fato de muitas funções de regressões diferentes proporcionarem bons ajustes para um mesmo conjunto de dados é porque os coeficientes de regressão atendem à várias amostras em que as variáveis independentes são altamente correlacionadas. A modelagem é uma importante ferramenta matemática utilizada na previsão de resultados em diferentes problemas na engenharia, na física, química e em outras áreas que utilizam desse artifício para prever o comportamento de determinadas variáveis, gerando um modelo empírico ou não (COSTA JR; CANSIAN; COSTA, 2015).

Modelos multivariados de pesquisa envolvem análise do relacionamento entre múltiplas variáveis explicativas e, em alguns casos, múltiplas variáveis dependentes. Grande parte das pesquisas delineadas para examinar o efeito exercido por duas ou mais

variáveis independentes sobre uma variável dependente utiliza a análise de Regressão Múltipla (ABBAD; TORRES, 2002).

,SOARES(2010) , afirma que a regressão é uma das ferramentas matemáticas mais utilizadas para a análise de dados, sendo aplicada em diversas áreas de conhecimento.

Muitos problemas de engenharia e ciência envolvem a exploração das relações entre duas ou mais variáveis, onde a ARL é uma técnica estatística que é muito útil para esses tipos de problemas. A técnica de ARL torna possível encontrar uma relação entre as variáveis de entrada e de saída através de relações empíricas, isto é possível com o uso de informações de dados obtidos através de medições ou coletas (MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, 2008).

O modelo de regressão que envolve mais de um regressor (variável independente) é chamado um modelo de RLM. Através deste modelo é possível observar os efeitos das variáveis regressoras sobre as respostas (ESQUERRE, 2003).

METODOLOGIA- RESULTADOS

A presente pesquisa tem como metodologia uma pesquisa de campo de caráter quantitativo, exploratório através de exames audiométricos em 24 marceneiros e ajudantes de marcenaria que trabalham em 12 das 17 pequenas marcenarias no município de Palmeira dos Índios-Alagoas. Foram realizadas 24 audiometrias, na qual nenhum tipo de identificação dos respondentes será divulgado conforme combinado com cada participante, que participaram de forma voluntária, cumprindo as recomendações da Resolução 510/2016(MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS, 2016).

A partir dos resultados apresentados nos laudos, construiu-se a Tabela 01 que registra os valores dos Limiares Auditivos (LAs), tanto para a Orelha direita (OD), como para a Orelha esquerda (OE) de cada trabalhador. Os resultados são apresentados para as frequências 3.000 ou 4.000 ou 6.000 Hz, bem como o respectivo Tempo Total de Exposição na Função (TE) e a IB do trabalhador.

Tabela 01 – Resultados dos Limiares Auditivos em dB

Trabalhador	TE (anos)	Idade (anos)	Orelha Direita			Orelha Esquerda		
			Frequência					
	TE(Anos)	Idade (Anos)	3kHz	4kHz	6kHz	3kHz	4kHz	6kHz
1	1	19	15	15	25	10	10	15
2	7	33	15	15	20	10	5	10
3	23	40	25	35	30	25	40	40
4	25	38	25	40	25	25	35	30
5	26	40	15	40	20	20	35	10
6	27	46	30	45	55	45	35	40
7	24	49	15	20	25	30	20	40
8	26	43	45	50	50	55	50	55
9	25	44	20	15	45	20	25	20
10	3	21	20	20	25	10	20	20
11	30	43	40	55	30	55	55	55
12	29	45	45	50	40	60	45	50
13	2	20	15	15	10	15	20	15
14	7	27	20	25	20	15	25	20
15	27	43	40	50	45	30	35	40
16	35	58	50	65	40	35	40	45
17	29	45	40	50	35	35	45	30
18	30	46	35	45	40	35	35	40
19	19	36	35	40	35	30	35	30
20	8	25	25	25	20	20	25	15
21	12	30	25	30	30	35	30	35
22	15	35	30	35	35	35	40	35
23	11	25	25	30	25	25	25	30
24	20	40	35	40	35	40	45	40

Fonte: o autor

Foi levado em consideração o que preconiza a Norma Regulamentadora 7 (NR-7), onde para cada audiometria, foi selecionado o maior valor de LA independente da orelha e da frequência, assim como os dados qualitativos de TE e de LA do trabalhador.

Após a construção da Tabela 01, com o auxílio do software Minitab foram realizadas com base na Regressão Linear Múltipla (RLM) para a predição do Limiar Auditivo (LA) que é a variável de saída, em função do Tempo Total de Exposição na Função (TE), bem como da Idade Biológica (IB) que são as variáveis de entrada. Entre os dados descritivos, a (Tabela 02) demonstra que as médias encontradas de TE e de IB foram respectivamente 19,21 anos e 37,13 anos. No caso dos dados quantitativos, o LA obteve média de 40,21 dB.

Na verificação da existência de outliers, utilizou-se o teste de Grubbs sobre, que para 24 amostras o valor G tabelado é de 2,802. A Tabela 02 demonstra os resultados do teste de Grubbs, onde os valores de G calculados foram: TE 1,77, para IB 2,05 e para LA 1,96, demonstrando que os valores calculados estão abaixo do valor tabelado, indicando a não existência de outliers.

Tabela 02 – Descritiva das Variáveis

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Coef. Var.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	G	p
TE(anos)	24	19,21	10,31	53,67	1,00	8,75	23,50	27,00	35,00	1,77	1,00
Idade (anos)	24	37,13	10,19	27,44	19,00	27,75	40,00	44,75	58,00	2,05	0,79
LA(dB)	24	40,21	12,64	31,43	20,00	26,25	40,00	50,00	65,00	1,96	1,00

Fonte: O Autor

A correlação de Pearson entre variáveis de entrada e de saída referente aos dados da (Tabela 01), é demonstrada na (Tabela 03), onde foi verificada uma forte correlação entre a variável de saída e as de entrada, sendo 0,929 entre a variável de entrada TE e a de saída LA, e 0,877 entre a variável de entrada IB e a de saída LA.

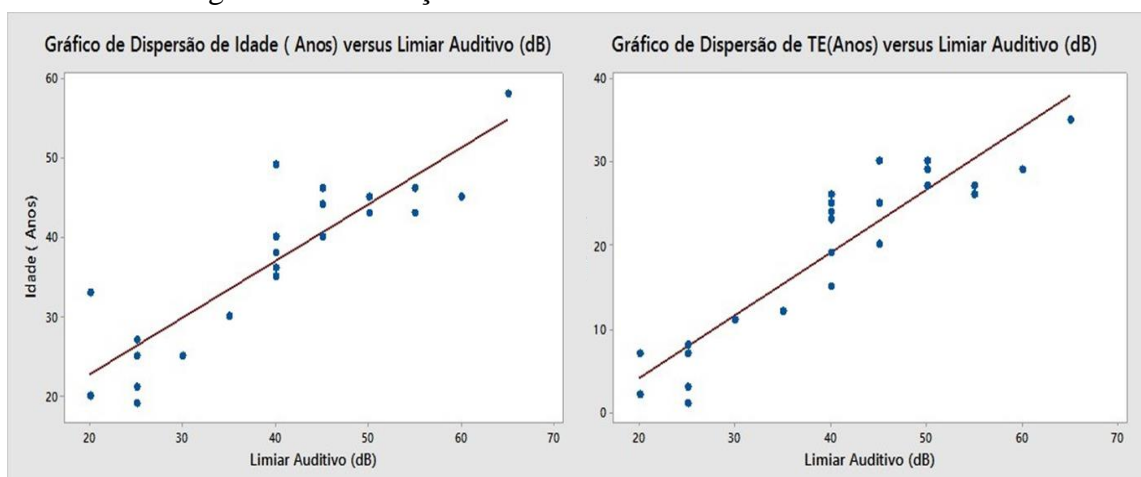
Tabela 03 – Correlação de Pearson

Variável de saída	Correlação	Variáveis de entrada	
		TE (anos)	Idade (anos)
LA (anos)	Pearson	0,919	0,885
	p-valor	0,0001	0,0001

Fonte: O Autor

A Figura 02 demonstra os gráficos de correlação entre o LA e a IB, bem como LA e o TE. Verifica-se a disposição dos pontos que seguem uma tendência linear, caracterizando dependência entre a variável dependente e as variáveis independentes.

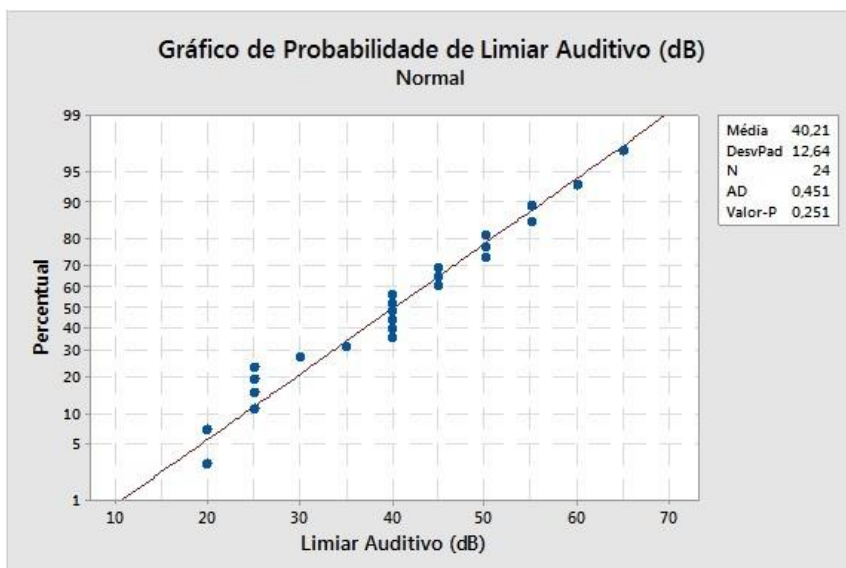
Figura 02: Correlação entre as variáveis de entrada e de saída



Fonte: O Autor

A normalidade pode ser avaliada pelo gráfico de probabilidade normal (Figura 03), onde o p-valor da variável dependente LA resultou em 0,251, acima de 0,05, dessa forma a hipótese nula é aceita caracterizando uma distribuição normal.

Figura 03 – Gráfico de probabilidade - Normalidade



Fonte: O Autor

Neste modelo foi aplicado a restrição dos modos de falhas não significantes utilizando a correlação entre as variáveis de saída e entrada. Na (Tabela 04), foi verificado o p-valor da IB de 0,620 superior a 0,05, constatando que os valores do VIF_j estão abaixo de 10, demonstrando uma possível não dependência entre as variáveis independentes IB x LA, porém para ser descartada necessita de outras análises não realizadas neste estudo.

Tabela 04 – Fator de inflação da variância

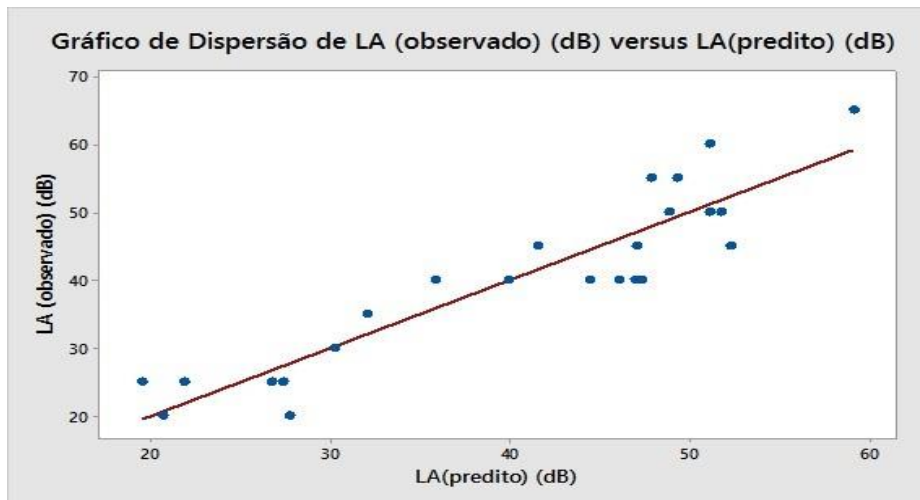
Variável Predictoras	Coefficiente	VIF	p-valor
TE (anos)	0,328	9,78	0,007
Idade (anos)	0,332	9,78	0,620

Fonte: O Autor

Na Figura 04 é mostrada uma comparação dos valores preditos do LA respectivamente, pelos valores observados com as variáveis de entrada IB e TE. Os valores preditos estão dispostos em linha diagonal, indicando uma linearidade

satisfatória, ou seja, as previsões dos LAs, estão se aproximando dos valores reais observados nas audiometrias.

Figura 04 – Valores preditos x valores observados



Fonte: O Autor

Levando em consideração as duas variáveis de entrada T_E e I_B , obtivemos o seguinte modelo para predição do LA:

$$L_A = 15,37 + 0,970 \cdot T_E + 0,167 \cdot I_B, \quad (\text{eq.1})$$

onde T_E é tempo total de exposição ao ruído na função de moveleiro, I_B é idade biológica do trabalhador e L_A é Limiar auditivo que indica a sugestão de PAIR, quando acima de 25 dB.

O modelo apresentado demonstra que as variáveis T_E e I_B são significativas para a predição da PAIR, sendo a variável T_E mais significativa. Verifica-se que linearmente há um aumento de LA com o aumento do T_E . A variável I_B fornece resultados divergentes para amostras com o mesmo T_E porém com I_B diferentes, demonstrando que quanto maior a I_B , maior a tendência de aumento do LA.

CONCLUSÕES

O modelo proposto foi devidamente analisado estatisticamente, onde ficou demonstrado a proximidade entre valores preditos e valores reais observados. Comprovando a hipótese de predição de PAIRE que o modelo proposto é adequado para a situação.

A análise demonstrou que as variáveis independentes Idade Biológica (IB) e Tempo Total de Exposição na Função (TE) apresentaram significância no modelo atendendo a todos os pressupostos de RLM de Normalidade, Linearidade, Multicolinearidade, Homocedasticidade, fator de inflação da variância, Correlação de Pearson.

O modelo de predição proposto, poderá ser aplicado pelos marceneiros e fabricantes de móveis, por organismos setoriais ou governamentais através de um Programa de Conservação Auditiva (PCA), com a intenção de orientar os marceneiros quanto a sugestão de Perda Auditiva e suas consequências na saúde dos marceneiros.

REFERÊNCIAS

- ABBAD, G.; TORRES, C. V. Regressão múltipla stepwise e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 7, n. spe, p. 19–29, 2002.
- CASTRO, F. F. DE. Linguagem e comunicação em Heidegger. **Galáxia (São Paulo)**, v. 14, n. 27, p. 85–94, 2014.
- CAVALCANTE, F.; FERRITE, S.; MEIRA, T. C. Exposição ao Ruído na Indústria. n. 1, p. 1364–1370, 2012.
- COSTA JR, E. F. C.; CANSIAN, A. B. M.; COSTA, A. O. S. Modelagem empírica de funções multivariáveis por redes neurais artificiais. p. 1–5, 2015.
- DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **MIL PLATÔS**. 1. ed. São Paulo-SP: EDITORA 34 R, 1997.
- ESQUERRE, K. P. S. O. R. **Aplicação de Técnicas Estatísticas Multivariadas e de Redes Neurais na Modelagem de um Sistema de Tratamento de Efluentes Industriais**. [s.l: s.n.].

- FERRAZ, L. S. et al. **Repensando o acesso à Justiça no Brasil : estudos internacionais**. Aracajú-SE: Evocati, 2016.
- MEIRA, T. C. et al. Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador. **InterfaceEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 26–45, 2012.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora n.7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. n. 7, p. 1–16, 2011.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ORLANDI, E. **Análise do discurso: Princípios & procedimentos**. 5ª ed. Campinas -SP: Pontes, 2005.
- PAULINO, F. O.; GUAZINA, L.; OLIVEIRA, M. Serviço público de mídia e comunicação pública: conceito, contextos e experiências. **Comunicação e Sociedade**, v. 30, p. 55–70, 2016.
- PESSOA, F. M. G. **Democratizando o acesso à justiça**. CNJ. CONSELHO N ed. Brasília, DF: CNJ, 2021.
- QUIRINO, R. Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho: Interseccionalidade com as Relações de Gênero. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 3, p. 51–66, 2017.
- SADEK, M. T. **O sistema de justiça**. Rio de Janeiro - RJ: SciELO Books, 2010.
- SANTOS, M.; ALMEIDA, A. Principais riscos e fatores de risco ocupacionais dos marceneiros e carpinteiros, bem como doenças profissionais associadas e medidas de proteção recomendadas. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional**, 2015.
- SARGENTINI, V.; NAVARRO-BARBOSA, P. **Foucault e os domínios da linguagem - discurso, poder e subjetividade**. 1. ed. São Carlos-SP: ClaraLuz Editora, 2004.
- SENNETT, R. **O artífice inquieto**. 5. ed. Rio de Janeiro-RJ: Editora Record Ltda, 2015.
- SILVA, A. DA et al. **Saúde e Segurnaça do Trabalho na Construção Civil Brasileira**. Aracajú: J. Andrade, 2015.
- SILVA, J. A. R. DE O. A flexibilização da jornada de trabalho e seus reflexos na saúde do trabalhador. **Revista do Tribunal Regional do Trabalho da 15ª Região**, n. 42 jan./jun., p. 127–156, 2013.
- SOARES, J. D. R. Modelagem matemática na previsão de colheita de bananeira: regressão linear múltipla x redes neurais artificiais. p. 115, 2010.
- SOUZA, M. DA S. **A Engenharia de Segurança do Trabalho em uma empresa de Cacoal: empresa no segmento de pré-moldados em concreto.2017. 86f.Trabalho de Conclusão de Curso.** , 2017.

