



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL SUBSIDIANDO O DESEMPENHO MACROERGONÔMICO HOLÍSTICO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO PETROLÍFERO

Marcelo Prado Sucena¹, Bruno Paes Soares², Camilla Felipe Santana Freitas³, Monique Da Cruz Lopes³,
Ranna Elisa Silva Lacombe³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal criar um modelo matemático utilizando os preceitos da Inteligência Artificial, com a finalidade de avaliar sistemicamente a relação homem-organização. Desenvolveu-se análise bibliográfica sobre macroergonomia para identificação de seus atributos que são utilizados como variáveis de entrada do modelo matemático. Utilizaram-se a Teoria Fuzzy e Redes Neurais Artificiais para modelagem matemática. Após o processamento dos dados de entrada o modelo gera três indicadores parciais e um final, denominado Indicador Holístico Macroergonômico (IHM), que congregará todas as variáveis de entrada do modelo. Após a implementação do modelo em Microsoft Excel foram processados os dados oriundos de um estudo de caso desenvolvido no pipeshop de uma empresa no ramo de construção de engenharia de petróleo e gás, objetivando validar o modelo. O resultado obtido demonstrou a convergência com a realidade vivida pelos colaboradores da empresa, constatando a necessidade de se realizarem melhorias que permitam melhorar condição ao trabalhador. O IHM da empresa foi de 2,98, tomando-se os extremos 0 e 10 como a pior e melhor condição, respectivamente. Destacam-se as avaliações negativas para climatização do ambiente, nível de ruído, dores musculares e qualidade da comida; e a positiva para valorização do emprego.

Palavras-chave: Teoria Fuzzy; Redes Neurais Artificiais, Macroergonomia.

ABSTRACT

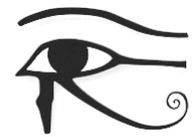
This paper has as main objective to create a mathematical model using the precepts of Artificial Intelligence, in order to evaluate systemically the human-organization relationship. A bibliographic analysis was developed on macroergonomics to identify its attributes that are used as input variables of the mathematical model. Was used the Fuzzy Theory and Artificial Neural Networks for mathematical modeling. After processing the input data, the model generates three partial indicators and one end, called the Macroergonomic Holistic Indicator (MHI), which will combine all the input variables of the model. After the implementation of the model in Microsoft Excel were processed data from a case study developed in the pipeshop of a company in the field of construction of oil and gas engineering, aiming to validate the model. The result obtained demonstrated the convergence with the reality lived by the employees of the company, noting the need to make improvements to improve the condition of the worker. The company's MHI was 2.98, taking extremes 0 and 10 as the worst and best condition, respectively. The negative evaluations for air conditioning of the environment, noise level, muscular pains and quality of the food stand out; and positive for employment appreciation.

Key-words: Fuzzy Logic; Macroergonomic; Artificial Intelligence; Mathematical model.

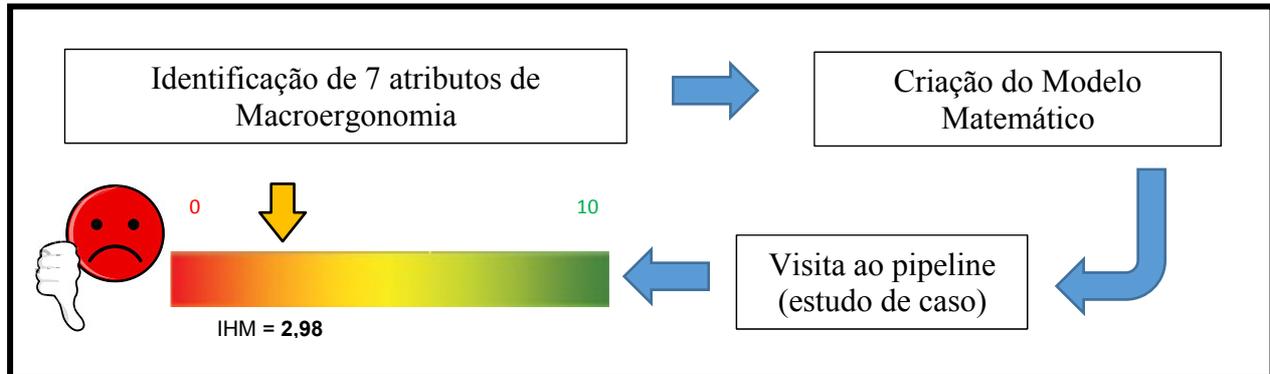
1- Professor D.Sc, Engenharias do Campus Norte Shopping/UNESA/Rio de Janeiro
marcelosucena@gmail.com

2 - Discente de engenharia de petróleo do Campus Norte Shopping/UNESA/Rio de Janeiro
bruno-petroleo@hotmail.com

3 - Discentes de engenharia de produção do Campus Norte Shopping/UNESA/Rio de Janeiro
camillafreitas@hotmail.com, monique_cl@hotmail.com, ranna.lacombe@techint.com.br.



RESUMO GRÁFICO



INTRODUÇÃO

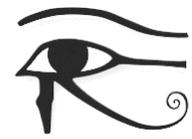
A busca intensa pelo aumento da produtividade, maior agilidade na execução e a exigência cada vez maior pelo aumento da qualidade do produto/serviço, faz com que a sobrecarga de trabalho tenha consequências diretas sobre o trabalhador (KRÜGER, 2013).

Zerbetto (2010) complementa que esta sobrecarga tem impacto na qualidade de vida do trabalhador e, por isso, discutem-se, nos dias atuais, estratégias para minimizar as questões financeiras advindas, ainda que indiretamente.

Prates (2007) entende que o ambiente de trabalho influencia diretamente no bom desempenho das atividades dos funcionários, o que reflete diretamente na melhoria da produtividade e, como consequência, na lucratividade da empresa.

A ergonomia foi introduzida no ambiente empresarial como uma ciência que avalia a interação do trabalhador com seu ambiente de trabalho, visando à melhoria entre sua atividade e seu posto, uma relação homem-máquina, evitando o afastamento precoce desse trabalhador e buscando potencializar seu desempenho (KRÜGER, 2013).

Otton (2000) registra que no decorrer dos anos, a ergonomia evoluiu, passando a não ser somente uma avaliação física do trabalhador (ergonomia física), mas também dele com seu ambiente (ergonomia organizacional) e com relação aos seus processos mentais envolvidos (ergonomia cognitiva).



A partir da década de 1980, nos Estados Unidos, o campo de estudo da ergonomia foi ampliado e passou a ser chamado de Macroergonomia, sendo um estágio ou componente mais recente (FILHO, 2008).

Segundo Locatelli (2006) Macroergonomia é caracterizada como uma avaliação de sistemas sócio-técnicos, que envolvem pessoas, organizações, projeto e implementação do uso de tecnologias no ambiente organizacional. Diferente da ergonomia, a abordagem Macroergonômica trata uma organização como um sistema global ou holístico, considerando-a como um todo (ASSIS, 2015).

Nogueira (2011) enfatiza que as práticas ergonômicas são um critério de excelência para a qualidade da empresa. Para que essas práticas sejam sistematizadas nas organizações é importante que sejam definidos indicadores ergonômicos obtidos por avaliação Macroergonômica. Esse tipo de verificação visa uma abordagem ampla da organização, de forma holística, incluindo o homem, seu ambiente de trabalho e sua organização.

Existem diversos modos de realizar-se uma avaliação macroergonômica em uma empresa ou ambiente de trabalho. Pode se considerar a visão de um especialista ou dos próprios funcionários da empresa na construção de indicadores macroergonômicos. Por meio de uma revisão bibliográfica prévia de estudos que tratam da Macroergonomia e suas medidas, foi identificado que são raros aqueles que relacionam as medidas obtidas nas avaliações macroergonômicas umas com as outras, como ratifica Guimarães et al. (1999).

Além disso, tratar tais medidas de forma individual não permite uma avaliação macroergonômica de forma holística, pois o especialista se depara com medidas de várias unidades e dimensões diferentes, com comportamentos lineares e não lineares, entre outros fatores.

Constatou-se também a carência de um modelo matemático que permita “unir” as medidas macroergonômicas, criando indicadores que facilitem a análise do especialista quanto aos aspectos macroergonômicos, possibilitando o acompanhamento do seu desempenho em determinado ambiente em uma série histórica.

Partindo dessa carência, pretende-se criar um modelo matemático que processe as medidas associadas a Macroergonomia, gerando indicadores parciais que, por meio dos preceitos da Inteligência Artificial, resultará em um indicador único denominado Indicador Holístico Macroergonômico (IHM).



Para tanto serão utilizados dois métodos: Redes Neurais Artificiais e a Lógica Fuzzy. O primeiro método será usado quanto à sua característica topológica de processamento em paralelo, como em um multiplexador, permitindo-se criar os indicadores parciais e o IHM, como saída de cada neurônio artificial. Nesse contexto cabe ressaltar que não será necessário o treinamento da rede, pois não se desenvolverá padrões de reconhecimento para aprendizagem. Quanto ao segundo método, será responsável pelo processamento neuronal, por intermédio da Fuzzyficação (camada de entrada), inferência (inteligência das ligações em paralelo da entrada) e Defuzzyficação (camada de saída).

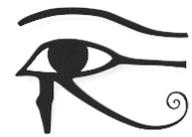
Como forma de demonstrar a aplicação e validar o modelo, será desenvolvido um estudo de caso em um pipeshop, instalação metalúrgica para fabricação de estruturas metálicas, suportes e tubulações, de uma empresa do ramo de engenharia e construção que atua na área de petróleo e gás. Atualmente essa empresa oferece serviços nas áreas de engenharia, construção, fornecimento de equipamentos, além de operação e serviços de gestão de projetos de grande porte em escala global. Os serviços são oferecidos nos segmentos de petróleo e gás, energia, plantas industriais, refinarias de petróleo e plantas petroquímicas, mineração, serviços de infraestrutura, arquitetura e engenharia civil.

SUSTENTAÇÃO TEÓRICA

TEORIA FUZZY

Em 1965, a Teoria de Conjuntos Fuzzy foi idealizada pelo matemático Lofti Asker Zadeh e introduzida com a principal intenção de dar um tratamento matemático a certos termos linguísticos subjetivos, como “aproximadamente”, “em torno de”, dentre outros. Esse seria um primeiro passo para representar e armazenar, em computador, informações incertas, tornando possível seu cálculo, a exemplo do pensamento humano.

De acordo com Lee (1990) modelar conforme a Lógica Fuzzy é poder trabalhar com informações qualitativas de forma objetiva, podendo manipulá-las da maneira mais conveniente ao conhecimento. São feitas pela relação de entradas e saídas, considerando processos complexos. O uso desse modelo Fuzzy é capaz de simplificar possíveis complicações de um projeto, possibilitando que problemas, antes sem solução, possam ser resolvidos.



A Lógica Fuzzy se difere da lógica clássica, segundo Kaufmann (1985), ao se usar os termos linguísticos que serão interpretados como subconjuntos Fuzzy, aplicados ao conceito de possibilidade, tais termos serão interpretados como números Fuzzy e manipulados por aritmética Fuzzy.

Nesta teoria, um elemento pode ser mais pertencente a determinado conjunto em relação a outro do mesmo conjunto, variando seu grau de pertinência em intervalo $[0, 1]$, dentro de um universo de discurso U , definindo assim uma função de pertinência $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$.

A função de pertinência torna cada elemento (x) do conjunto A em um número real, dentro do intervalo $[0,1]$. Esse número representa o grau de possibilidade desse elemento pertencer ou não ao conjunto A . O universo de discurso “ U ” atribui um intervalo numérico mensurável para cada termo linguístico dentro de uma função de pertinência, como por exemplo, $[0,10]$ para “qualidade do atendimento” ou $[0,100]$ para “temperatura da água”.

Em conjuntos Fuzzy, para expressar elementos qualitativos devem ser usados termos linguísticos, nos quais cada variável linguística assumirá um valor dentro de determinado conjunto (variável de entrada ou saída).

Dentre as diferentes formas de funções de pertinência destacam-se a linear por partes triangular e trapezoidal, que são mais utilizadas devido a simplicidade e facilidade quando usadas em aplicativos computacionais. As Figuras 1 (a e b) representam as formas triangular e trapezoidal, respectivamente, de uma função de pertinência Baixo.

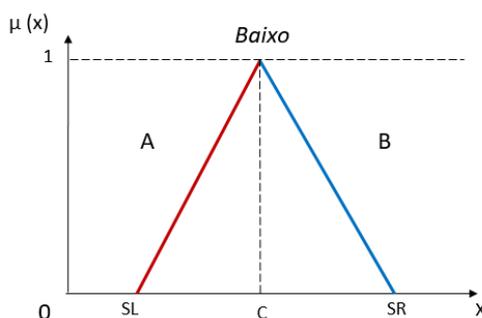


Figura 1a – Função de pertinência triangular.

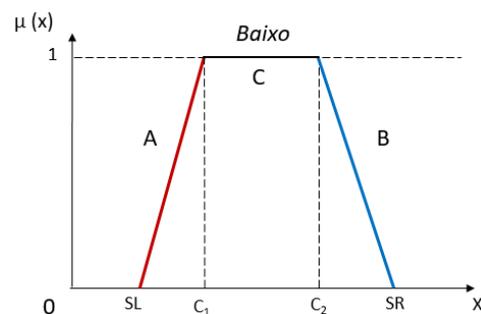
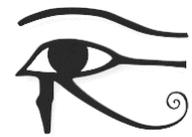


Figura 1b – Função de pertinência trapezoidal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As funções de pertinência triangular e trapezoidal podem ser representadas por suas integrais-Fuzzy, segundo as expressões 1 e 2 adiante.



$$\checkmark \text{ Triangular} \quad \text{Baixo} = \int A/x + \int B/x \quad (1)$$

$$\text{Sendo: } A = \frac{x - SL}{C - SL}, \text{ para } SL \leq x \leq C$$

$$B = \frac{x - SR}{C - SR}, \text{ para } C \leq x \leq SR$$

$$\checkmark \text{ Trapezoidal} \quad \text{Baixo} = \int A/x + \int C/x + \int B/x \quad (2)$$

$$\text{Sendo: } A = \frac{x - SL}{C_1 - SL}, \text{ para } SL \leq x \leq C_1$$

$$B = \frac{x - SR}{C_2 - SR}, \text{ para } C_2 \leq x \leq SR$$

$$C = 1, \text{ para } C_1 \leq x \leq C_2$$

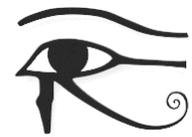
Boaventura (2010) descreve que nos conjuntos Fuzzy em que se deseje determinar valores reais para questões que tenham imprecisão, esse valor é definido com o uso de números Fuzzy. Sendo mais comumente usados os números Fuzzy triangulares e trapezoidais.

A Lógica Fuzzy trata de problemas do cotidiano que envolvam imprecisões. É usada para facilitar tomada de decisões considerando a verdade parcial da questão existente.

A estrutura da Lógica Fuzzy consiste no processamento dos seguintes módulos:

✓ Fuzzyficação: os valores de entrada, valores do mundo real, obtidos por medições ou observações, são Fuzzyficados, transformando esses valores em números de conjuntos Fuzzy, com suas respectivas variáveis linguísticas e graus de pertinência. É nesta etapa que uma determinada entrada Crisp se transforma em um número Fuzzy (MARRO, 2010). Para a transformação da entrada Crisp em número Fuzzy, o processo dá-se pelas integrais Fuzzy de conjuntos triangulares ou trapezoidais;

✓ Inferência: nesta etapa ocorrem as operações com conjuntos Fuzzy; é onde está localizada a inteligência do modelo. A Inferência Fuzzy é o processo de avaliação das entradas, com o propósito de, por meio de regras definidas, se obter conclusões utilizando a teoria de conjuntos Fuzzy. Quando o número de variáveis de entrada é extenso, a definição de regras pode se tornar confusa, nestes casos, a definição das regras pode se dar pelo maior grau de pertinência encontrado no conjunto, método da Máxima Possibilidade, descrito por Sucena (2016);



✓ Defuzzyficação: transforma os dados do mundo Fuzzy em valores não-Fuzzy (Crisp) que podem ser compreendidos no mundo real. Um dos métodos para Defuzzyficação é o método centro dos máximos, que remete a uma média ponderada com os pesos sendo os graus de pertinência (μ) de cada métrica ativada (variáveis de entrada).

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As Redes Neurais Artificiais (RNA) consistem em um conjunto de conceitos contidos na área de Inteligência Artificial, utilizadas para construção de modelos que possam representar o pensamento humano. (adaptado de TATIBANA, s/d)

O comportamento inteligente de uma RNA deve-se as interações das composições de unidades de processamento simples, denominadas Neurônios (adaptado de SUCENA, 2016). Esse processamento em paralelo é uma das potencialidades da RNA para multiplexação das variáveis de entrada.

No ano de 1943, McCulloch e Pitts apresentaram um neurônio artificial denominado MCP, sendo este, composto de n entradas e uma saída. (adaptado de SUCENA, 2012). O esquema desse neurônio pode ser visualizado na Figura 2 a seguir.

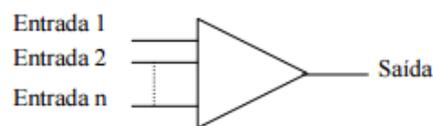
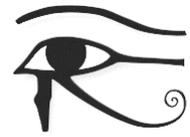


Figura 2 – Neurônio MCP.

Fonte: Sucena (2012).

O processamento no interior dos neurônios artificiais pode ser estruturado de várias formas. Uma delas é a utilização da sequência da Lógica Fuzzy, formada pela Fuzzyficação, Inferência e Defuzzyficação. Essa utilização híbrida entre a RNA e a Lógica Fuzzy determina a Rede Neuro-Fuzzy.

MACROERGONOMIA



A partir de 1980 nos Estados Unidos, surge o termo Macroergonomia (ILDA, 2005), ampliando o conceito de homem-máquina-ambiente e sua organização (HMAO). Guimarães (2004) destaca que na relação HMAO a Macroergonomia é o melhor meio para alinhar a vida da empresa nos dias atuais com as questões humanas no ambiente de trabalho.

A Macroergonomia apresenta avaliação mais ampla de uma empresa ou um posto de trabalho, visando a forma como estas são gerenciadas e projetadas, principalmente em conjunto com os avanços tecnológicos no ramo do trabalho (LOCATELLI, 2006; ZINK, 1995).

Costella (2002) amplia a utilização da Macroergonomia por uma visão holística da organização do trabalho de forma política, social e psicológica de seus fatores organizacionais. Quanto ao foco entre a interação entre o ambiente organizacional e psico-social, envolve a implementação das novas tecnologias dentro de um sistema (BROWN, 1995).

MODELO MATEMÁTICO

O modelo matemático criado, e implementado em Microsoft Excel, é capaz de processar as medidas associadas a Macroergonomia, gerando indicadores parciais que, por meio dos preceitos da Inteligência Artificial, resultarão em um indicador único denominado Indicador Holístico Macroergonômico (IHM). Para isso, foi necessária a escolha dos atributos, realizada por meio de um estudo contudente sobre a Macroergonomia, analisando diversas publicações. A Tabela 1 apresenta o resumo da análise destacando os autores e os atributos identificados.



Tabela 01 – Atributos Identificados na Revisão Bibliográfica.

Atributos Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	X		X	X		X					X		
B	X	X	X	X	X	X							
C	X	X			X								
D													
E	X	X	X	X		X				X			X
F		X		X	X								X
G					X	X							
H					X	X							
I	X		X	X	X								
J													
K	X	X					X	X	X	X	X	X	X
L													
M			X		X	X							
N	X	X	X	X									X
O													
P													X
Q													
R	X	X	X	X	X	X					X		

Legenda: A - Zerbetto (2010), B - Fogliatto (1999), C - Saurin (2003), D - Taveira Filho (1993), E - Kipper (2008), F - Guimarães (2002), G - Zerbetto (2010), H - Ashton (2012), I - Saurin, Guimarães e Portich (2003), J - Redel (2011), K - Costella, Guimarães, Kmita e Saurin (2002), L - Souza e Sampaio (2012), M - Simoni e Zerbetto (2010), N - Kruger (2013), O - Valcarengh, Ballardin e Guimarães (2006), P - Guimarães e Bittencourt (2006), Q - Guimarães e Bittencourt (2004)

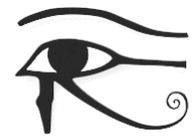
R - Van Der Linden, Guimarães e Fogliatto (2001), 1 - Climatização do ambiente, 2 - Condição Climática, 3 - Nível de ruídos, 4 - Condição de iluminação, 5 - Aproveitamento do espaço de trabalho, 6 – Mobiliário, 7 - Qualidade da comida, 8 - Fila do refeitório, 9 - Conforto do Alojamento, 10 - Dia do recebimento, 11 – Comunicação, 12 - Conforto do Transporte, 13 - Trabalho estimulante/ monótono

Fonte: elaborado pelo autor

Dos treze atributos selecionados, sete foram definidos para uso no modelo, baseando-se nas frequências das aparições nos trabalhos, além de correções de redundâncias, como títulos diferentes. São eles:

✓ Climatização do ambiente: a temperatura do ambiente, ou seja, o conforto térmico, não é algo opcional, é um direito do empregado e dever de quem emprega. Existe uma legislação regulamentadora (NR17 e ISO 9241) que recomenda como esta temperatura deve estar para melhor conforto do trabalhador na execução das suas tarefas. A medição da temperatura será de forma qualitativa e será utilizada uma escala de 0 – 10;

✓ Nível de ruído: o nível de ruído quando inadequado, pode gerar lesões do aparelho auditivo, fadiga auditiva e efeitos psicofisiológicos negativos, tem sua regulamentação através da NBR 10152. A avaliação do ruído será medida por meio de uma escala de 0 – 10, através da percepção do especialista;



✓ Condição de iluminação: pela NBR ISO/ CIE 8995-1 “uma boa iluminação permite que as pessoas visualizem o ambiente, se movam com segurança e desempenhem tarefas de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga visual e desconforto”. Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade, devendo ser uniformemente distribuída e difusa. A condição de iluminação será avaliada numa escala de 0 -10;

✓ Qualidade da comida: pela NR-18 e pelo Programa de Alimentação do Trabalhador as refeições devem ser balanceadas, preparadas com higiene, e mantidas em temperatura adequada e temperadas. Como não existe um parâmetro numérico definido, será utilizada a escala entre 0 e 10;

✓ Valorização do empregado: quando os contribuidores recebem suporte para exercerem suas funções, existe o sentimento de reconhecimento que influencia para que se sinta feliz, produtivo e útil para a produtividade da empresa. Como na medida anterior, não existe um parâmetro numérico definido, será utilizada a escala entre 0 e 10;

✓ Dores musculares: dores musculares persistentes, além de atrapalharem a concentração do trabalhador, podem evoluir para problemas que o incapacitam. Por não existir parâmetros numéricos definidos será utilizada a escala entre 0 e 10;

✓ Carga física exigida no trabalho: o desgaste físico nos processos produtivos acaba gerando um afastamento do trabalhador, o que gera um custo também para a empresa. Por não existir parâmetros numéricos definidos será utilizada a escala entre 0 e 10.

A avaliação de cada atributo será transformada em uma variável de entrada Fuzzy (VE) que será definida pelos seus universos de discurso, funções de pertinência e termos linguísticos, conforme apresentado na Figura 3.

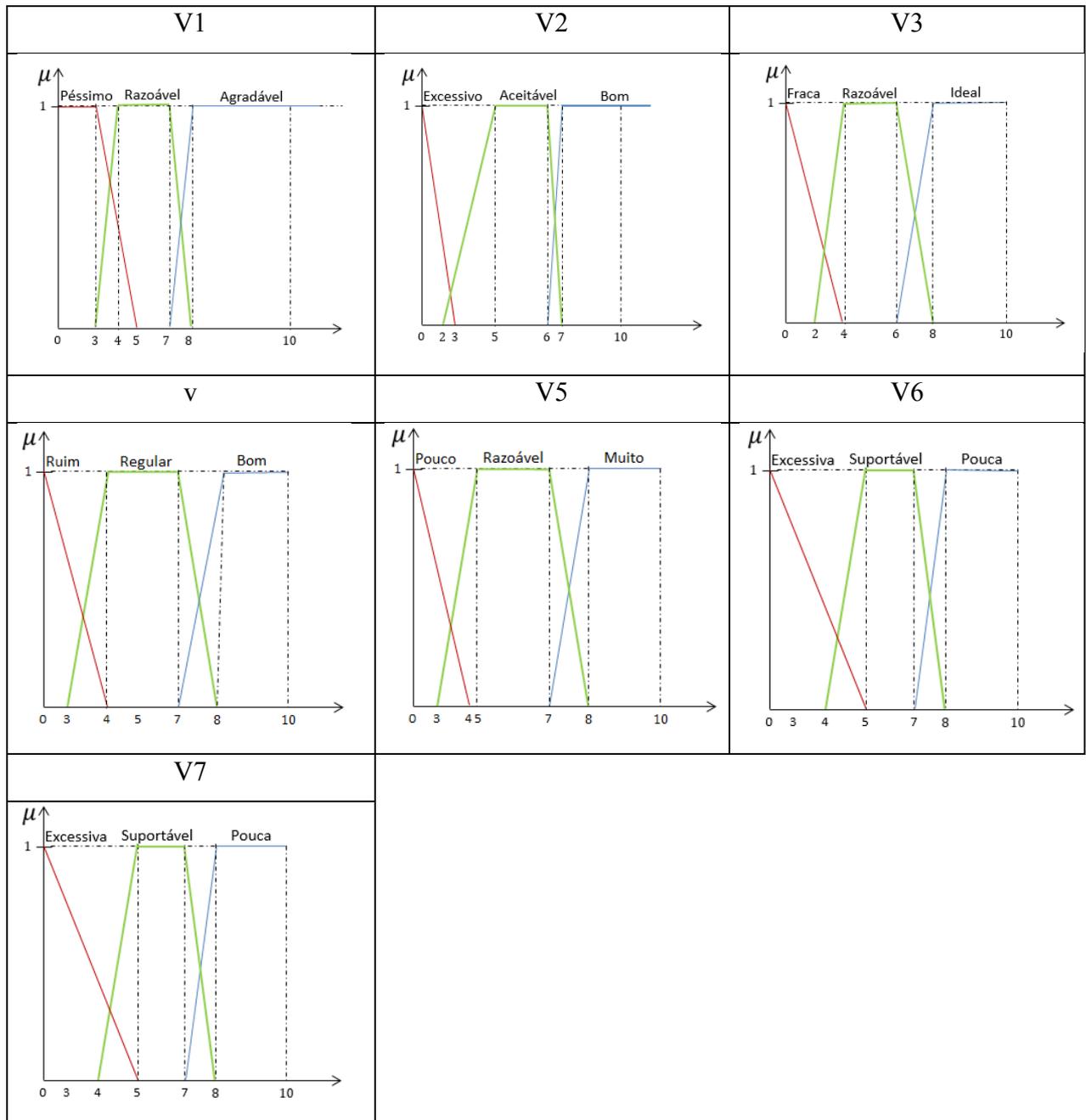
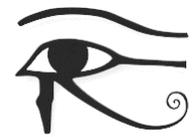
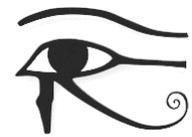


Figura 3 – Variáveis de Entrada *Fuzzy*

Fonte: Elaborada pelo autor.

O modelo é estruturado por uma RNA composta por quatro neurônios (N1, N2, N3 e N4), sete variáveis de entrada, quatro variáveis de saída, sendo uma delas o IHM.

No N1 são encontradas as variáveis de entrada Climatização do Ambiente (VE1), Nível de Ruídos (VE2) e Condição de Iluminação (VE3). Este neurônio as processará,



gerando uma variável de saída denominada indicador parcial “Condições Ambientais de Trabalho” (VS1). As condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

O N2, que processará as entradas Qualidade da Comida (VE4) e Valorização do Empregado (VE5), tem como saída o indicador parcial “Satisfação dos Trabalhadores” (VS2). Este indicador analisa a qualidade do serviço prestado de refeições no campo e se o empregado é valorizado perante a empresa.

A geração do próximo indicador é feita por meio de processamento no N3 das variáveis de entrada Dores Musculares (VE6) e Carga Física Exigida no Trabalho (VE7), e tem como saída o indicador parcial “Postura no Trabalho” (VS3). Neste se analisam as atividades que exigem sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso, e membros superiores e inferiores e leva em consideração que a partir da análise ergonômica devem ser incluídas pausas para descanso.

Para se obter o IHM será necessário usar um quarto neurônio (N4) que terá como variável de entrada as três variáveis de saída anteriores, da seguinte forma: VS1 = VE8, VS2 = VE9 e VS3 = VE10.

A RNA que relaciona as variáveis de entrada e de saída está exposta na Figura 4.

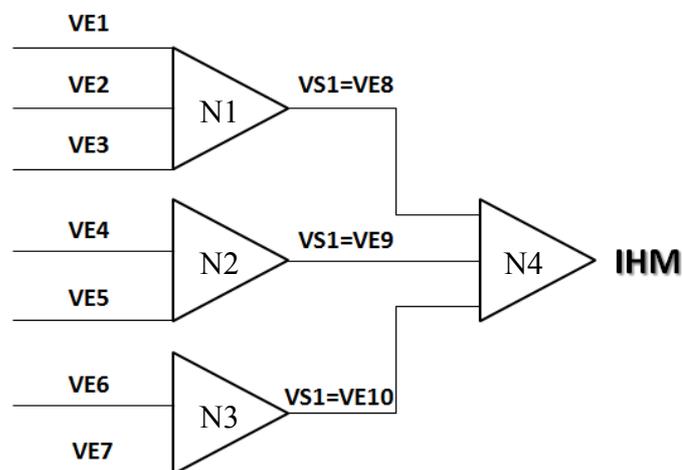


Figura 4 - RNA para geração do IHM

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os dados das variáveis de entrada (Tabela 2) foram coletados no *pipeshop* por pesquisa de campo, por intermédio de entrevista com um especialista de segurança do trabalho responsável pelo setor. Tal funcionário vistoriou o setor e, usando as escalas apresentadas no



universo de discurso das variáveis de entrada da Figura 3, determinou-se a sua percepção sobre cada uma das sete variáveis. Os dados coletados serviram para suprir o modelo matemático que foi implementado em aplicativo Microsoft Excel, segundo a RNA da Figura 4.

Tabela 2 – Variáveis de Entrada Coletadas no *Pipeshop*.

N1			N2		N3	
VE 1	VE 2	VE 3	VE 4	VE 5	VE 6	VE 7
1,33	0,50	3,33	3,76	5,83	0,83	4,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

O primeiro processamento das variáveis de entrada redundou nos indicadores codificados por VS1, VS2 e VS3 com os resultados expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado dos Indicadores Parciais.

VS1	VS2	VS3
1,33	0,50	3,33

Fonte: Elaborada pelo autor.

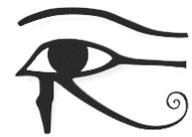
Os Indicadores Parciais são responsáveis por suprir as entradas do N4, que redundou no IHM igual a 2,98.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores obtidos por meio do estudo de caso, quando analisado numa escala de 0-10, sendo 0 a pior situação e 10 a melhor, demonstraram que a situação macroergonômica da empresa é negativa.

Constatou-se a necessidade de se realizar melhorias para os itens Climatização do Ambiente, classificada como Péssima com grau de pertinência 1; Nível de Ruído, tratado como Excessivo com grau de pertinência 0,83; Dores Musculares, denotada como Excessiva com grau de pertinência 0,83; e Postura no Trabalho avaliada como Ruim com grau de pertinência 0,71.

Dos raros dados menos negativos coletados no pipeshop e registraram-se a Qualidade da Comida como Regular, com grau de pertinência 0,67; e a Valorização do Empregado tratada como Razoável com grau de pertinência 1.



O relatório com os resultados dos processamentos dos dados foi entregue para o gestor do local para promoção de melhorias.

Após as alterações no ambiente de trabalho do pipeshop e realizada nova avaliação macroergonômica, novos resultados podem ser gerados pelo modelo matemático para registro do novo IHM.

REFERÊNCIAS

ASHTON, Elisa Guerra. A Ourivesaria e os riscos da atividade: Análise Macroergonômica Do Trabalho Do Ourives. Revista conhecimento online, 2012.

ASSIS, Mônica; BATISTA, Raquel Meireles; ZERBETTO, Cristiane Affonso de Almeida; Análise macroergonômica do trabalho no setor administrativo de uma empresa de confecção, p. 811-822 , Anais do 15º Ergodesign & Usihc [=Blucher Design Proceedings, vol. 2, num. 1]. São Paulo: Blucher, 2015.

COSTELLA, Marcelo Fabiano *et al.* Diagnóstico macroergonômico nas centrais de produção de uma usina hidrelétrica. IX Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Foz do Iguaçu, 2002.

FOGLIATTO, F.;GUIMARÃES, L. Design Macroergonômico de Postos de Trabalho, Produto & Produção, Porto Alegre, v.3, n.3, p.1-15, out. 1999

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo *et al.* Design Macroergonômico de Postos de Trabalho: Aplicação no projeto de cabines de pedágio. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 1999.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT): modelo de implementação e avaliação de um programa de ergonomia na empresa Produto e Produção. Porto Alegre 1999.

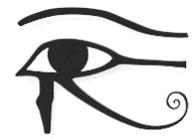
GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Apreciação Macroergonômica Em Uma Concessionária De Energia Elétrica. VII Congresso Latino-Americano, XII Congresso Brasileiro de Ergonomia e I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral. Recife, ABERGO, 2002.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Ergonomia de Processo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2004.

KIPPER, Fabrício Augusto; MORO, Antônio Renato Pereira. Análise Macroergonômica do Trabalho em um Escritório de Informática. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.

KRÜGER, Kelen. Análise macroergonômica e necessidades de melhorias dos Postos de trabalho nos setores de protocolo e cadastro de uma prefeitura municipal. Lajeado. Revista destaques acadêmicos, vol. 5, n. 4, 2013.

LOCATELLI, Anelise R. Avaliação Ergonômica dos Estagiários de Fisioterapia de uma Instituição de Ensino Superior do Vale dos Sinos no Ambiente Hospitalar. CETEC/UNIVATES, Centro Universitário Feevale. Novo Hamburgo, 2006.



NOGUEIRA, Francisco Eugênio. A importância de indicadores ergonômicos nos prêmios de qualidade. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2011.

OTTON, Márcio L. Avaliação Ergonômica da Multifuncionalidade. Tese de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PRATES, G. A. Reflexão sobre o uso da ergonomia aliado à tecnologia: Propulsores do aumento da produtividade e da qualidade de vida. Revista de administração, v. 7, n. 11, 2007.

SAURIN, Tarcísio Abreu; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo, PORTICH, Paulo. Diagnóstico Macroergonômico no setor de fabricação de poltronas de uma fábrica de ônibus. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 2003.

SIMONI, Cássia Gisele; ZERBETTO, Cristiane A. de A. Análise macroergonômica de uma empresa da construção civil. Londrina, Projética, 2010.

SOUZA, Juliana; SAMPAIO, Cláudio Pereira. A Macroergonomia na melhoria das condições de trabalho com ênfase nos aspectos de liderança: Estudo de caso com AMT em um restaurante. Londrina, revista científica de design, 2012.

SUCENA, Marcelo Prado.; Inteligência Artificial. Disponível em: http://sucena.eng.br/eng_producao/2017/UNESA_M%C3%89T_MAT_APL_ENG_PROD_2017_1.pdf Acessado em: 03/04/2017 às 10:03.

SUCENA, Marcelo Prado; STEPHAN, Richard Magdalena; ALMEIDA JR, Vicente. Modelo integral-neurofuzzy para avaliação holística de sistema de transporte urbano por levitação magnética. VIII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro, 2012.

TAVEIRA FILHO, Álvaro Divino. Ergonomia Participativa: Uma Abordagem Efetiva em Macroergonomia. São Paulo, 1993.

TATIBANA, Cássia Yuri e KAETSU, Deise Yuki, Redes Neurais. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Informática, Grupo de Sistemas Inteligentes, Capturado de <http://www.din.uem.br/ia/neurais>, Disponível em 02/05/2017.

VALCARENH, Camila.Thais; BALLARDIN, Lucimara; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Avaliação da atividade de programação da frota de caminhões de uma distribuidora de derivados de petróleo. II Congresso Brasileiro de Ergonomia. Curitiba, Abergó, 2006.

ZERBETTO, Cristiane A. de A. *et al.* Aplicação da Metodologia MAcroergonômica nos setores de Tele-atendimento e recepção de uma empresa de planos de saúde empresariais. Revista da Associação Brasileira de Ergonomia, Rio de Janeiro, 2010.

ZERBETTO, Cristiane A. de A.; NONIS, Sharmila. Diagnóstico macroergonômico de uma indústria de confecção de vestuário. XV Ergodesign & Usihc. São Paulo: Blucher, 2015.