CONVENCION INTERNACIONAL DE LA INGENIERIA EN CUBA
CIIC 2010

Evento: VI Conferencia de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial.
CIMEI 2010

Título: Metodologia de avaliação da qualidade do ruído no posto trabalho baseada em lógica fuzzy

Autores:
Esp. Maria Amélia Costa Saraiva Nogueira [1]
amelianogueira@ig.com.br
Dr. Carlos Tavares da Costa Júnior [2]
cartav@ufpa.br
M.Sc. Jandecy Cabral Leite [3]
jandecy.cabral@itegam.org.br

Resumo. Este artigo propõe a aplicabilidade da lógica fuzzy na avaliação da qualidade do ruído em um posto de trabalho industrial, observando as variáveis: nível de ruído em relação a quantidade de horas trabalhadas que afetam os colaboradores no seu dia-a-dia desempenhado a sua função. Assim utilizando modelagem em lógica difusa, os níveis mensurados foram avaliados gerando como resultados classificação do ambiente de trabalho. O ruído ocupacional pode ser prevenido através do envolvimento de empregados e empregadores em um programa de conservação auditiva. A prevenção visa minimizar ou até mesmo eliminar problemas de saúde auditivos e não auditivos nos empregados que na atualidade são muito frequentes.

Palavras-Chaves: posto de trabalho, ambiente de trabalho, riscos físicos, nível de ruído, lógica fuzzy.

1 **Maria Amélia Costa Saraiva Nogueira** é professora da Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI

2 **Carlos Tavares da Costa Júnior** é professor do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará – UFPA

3 **Jandecy Cabral Leite** é pesquisador do Instituto da Tecnologia Galileo da Amazônia - ITEGAM

CONVENCION INTERNACIONAL DE LA INGENIERIA EN CUBA
CIIC 2010

Evento: VI Conferencia de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial.
CIMEI 2010

Título: Metodologia de avaliação da qualidade do ruído no ambiente de trabalho baseada em lógica fuzzy

Autores:
Esp. Maria Amélia Costa Saraiva Nogueira [1]
amelianogueira@ig.com.br
Dr. Carlos Tavares da Costa Júnior [2]
cartav@ufpa.br
M.Sc. Jandecy Cabral Leite [3]
jandecy.cabral@itegam.org.br

Resumo. Este artigo propõe a aplicabilidade da lógica fuzzy na avaliação da qualidade do ruído em um posto de trabalho industrial, observando as variáveis: nível de ruído em relação a quantidade de horas trabalhadas que afetam os colaboradores no seu dia-a-dia desempenhado a sua função. Assim utilizando modelagem em lógica difusa, os níveis mensurados foram avaliados gerando como resultados classificação do ambiente de trabalho. O ruído ocupacional pode ser prevenido através do envolvimento de empregados e empregadores em um programa de conservação auditiva. A prevenção visa minimizar ou até mesmo eliminar problemas de saúde auditivos e não auditivos nos empregados que na atualidade são muito frequentes.

Palavras-Chaves: posto de trabalho, ambiente de trabalho, riscos físicos, nível de ruído, lógica fuzzy

Abstract. This article proposes the applicability of fuzzy logic to evaluate the quality of noise in an industrial workplace, noting the variables: noise level in relation to amount of hours worked that affect employees in their day-to-day played their role . Thus modeling using fuzzy logic, the levels measured were assessed as generating classification results of the work environment. Occupational noise can be prevented through the involvement of employers and employees in a hearing conservation program. Prevention seeks to minimize or even eliminate health problems hearing and not hearing the employees that currently are very common.

Key Words: job, work environment, physical hazards, noise, fuzzy logic

1. Introdução

Nos locais que trabalhamos todo o conjunto de elementos que temos à nossa volta, tais como as construções, os equipamentos e máquinas, os móveis, a temperatura, o som, a pressão, a umidade do ar, a iluminação, a vibração, a radiação, a organização do espaço, a limpeza e as próprias pessoas, fazem parte das condições de trabalho e constituem assim o que se designa ambiente de trabalho.
Nos locais de trabalho, a combinação desses elementos gera produtos e serviços. A todos os conjuntos de elementos e ações denominamos condições ambientais. Em muitos casos, os ambientes de trabalho são agressivos para os trabalhadores dadas as condições de ruído, temperatura, iluminação, esforço, etc., a que o mesmo se encontra exposto enquanto desempenha as suas funções dia-a-dia.
Assim certos riscos ambientais são considerados inimigos invisíveis, já que alguns deles nem são percebidos pelos órgãos dos sentidos (audição, visão, olfato, paladar e tato), fazendo com que o trabalhador não se sinta ameaçado. Desconsiderando o perigo, a tendência é ele não dá importância à prevenção.
Em resumo, desconhecer que os fatores ambientais inadequados geram riscos à saúde é um dos mais sérios problemas enfrentados pelo trabalhador. Há vários fatores de riscos que afetam o trabalhador no desenvolvimento das suas tarefas diárias. Os principais tipos de riscos ambientais que afetam os trabalhadores de um modo geral estão separados em: físicos, químicos, biológicos e ergonômicos.
O referido trabalho tem o escopo de avaliar o risco físico em nível de ruído em vários setores de produção de uma indústria através de um modelo baseado em lógica fuzzy que propõe classificar o ambiente de trabalho do colaborador em relação ao seu posto de trabalho como sendo satisfatório ou de risco.

2. Posto de Trabalho

O posto de trabalho é o ambiente mais elementar de um processo produtivo que é compreendido de diversos meios de produção (Homem , Máquina , Energia , Matéria-prima , etc) que irão dar origem a uma operação de transformação , daí resultando um produto ou um serviço [4].

3. Riscos Físicos

Todos nós, ao desenvolvermos o nosso trabalho, gastamos certa quantidade de energia para produzir um determinado resultado. Em geral, quando dispomos de boas condições físicas do ambiente, como um nível de ruído adequado, produzimos mais e com menor esforço [9]. Sendo assim a qualidade do produto ou serviço também será superior.
Mas quando essas condições fogem muito aos nossos limites de tolerância, atinge-se facilmente o incômodo e a irritação determinando muitas vezes o aparecimento de cansaço, queda de produção, falta de motivação, desconcentração, outros problemas de saúde e até mesmo a perda auditiva, algo irreversível. Em outras palavras, os fatores físicos do ambiente de trabalho interferem diretamente no desempenho de cada trabalhador afetando-o fisicamente, sociamente e psicologicamente refletindo assim na sua produção o que justifica uma análise com um maior cuidado sobre os fatores ambientais [11].

3.1 Ruído

Em um ambiente de trabalho quando não se consegue ouvir claramente o que as outras pessoas falam no mesmo recinto significa que o ambiente está com um nível de ruído alto.
Todo ruído é definido como sons que causam desconforto ao homem. Este risco físico ocupa o terceiro lugar entre os agentes insalubres que mais afetam a saúde do homem. Mede-se o nível de ruído utilizando um instrumento chamado medidor de pressão sonora e a unidade utilizada como medida é o decibel (dB). Para 8 horas diárias de trabalho, o limite máximo de ruído estabelecido é de 85 decibéis. O limite máximo de exposição contínua de um trabalhador a 100 decibéis sem proteção auditiva, é de 1 hora [8].
Sem medidas de controle ou proteção, [10], relata que o indivíduo exposto ao ruído pode apresentar alguns sintomas não auditivos como: nervosismo, fadiga física e mental, dificuldade no relacionamento social, insônia, tontura, irritabilidade, aumento na freqüência cardíaca e respiratória, aumento na pressão arterial, dilatação pupilar, contração muscular, perda de concentração, distúrbio de visão, alterações gastro-intestinais, etc. Como conseqüência desses sintomas tem-se um prejuízo no desempenho profissional, acarretando falta de atenção e piora na habilidade para desempenhar suas funções. Além destes sintomas, existem os efeitos específicos do ruído ao sistema extra-auditivo: alterações no sistema cardiovascular, ocasionando um aumento dos batimentos cardíacos e, com isso, o aumento do risco coronariano; alterações no sistema pulmonar com aumento no ritmo respiratório com hiperventilação; alterações no sistema metabólico e endócrino, com alterações no sangue e na urina e, aumento na produção de adrenalina; alterações no Sistema Nervoso Central ocasionando problemas visuais e vertigem do tipo rotatória; alterações no sistema gastrointestinal como náuseas, epigastralgia e até hemorragias [5].
Em condições de exposição prolongada ao ruído por parte do aparelho auditivo, os efeitos podem resultar na surdez profissional que não há cura, deixando o trabalhador com problemas no seu dia-a-dia, como por exemplo, dificuldades no manuseio de veículos ou máquinas, agravando assim as condições de risco por acidente físico.

3.2 Níveis de Ruído – Limites de Tolerância

De acordo com a Norma ISO 2204/1973 (International Standard Organization), os ruídos podem ser classificados segundo a variação do seu nível de intensidade com o tempo em:

- Ruído contínuo – ruídos com variações de níveis desprezíveis;
- Ruído intermitente – ruídos cujo nível varia continuamente de um valor apreciável;
- Ruído de impacto e de impulso – ruídos que apresentam picos de energia acústica de duração inferior a um segundo. [6]
-

A portaria 3.214 de 08 de junho e 1978, do Ministério do Trabalho, em sua Norma Regulamentadora -15 (NR-15), Anexo Nº 1, estabelece os limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes, conforme quadro abaixo [3]:

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

4. Lógica Fuzzy

O termo fuzzy é de origem inglesa e significa: incerto, vago, impreciso, subjetivo, nebuloso, difuso, etc. [1]

O conceito de medida fuzzy foi introduzido por Sugeno em 1974[12], e consiste numa forma natural para se avaliar graus de incertezas, principalmente quando tais valores dependem da subjetividade de quem está realizando a medida [2].

O matemático Lofti A. Zadeh introduziu, oficialmente, a Teoria dos Conjuntos Fuzzy, por meio de um artigo publicado em 1965 [14]. Essa teoria tem como base a utilização de variáveis lingüísticas, cujos valores não são números e, sim, palavras ou sentenças na linguagem natural ou artificial, as quais desempenham papel importante no tratamento da imprecisão [15].

Assim, a teoria dos conjuntos fuzzy, utiliza certos termos lingüísticos subjetivos, como ‘aproximadamente’, ‘em torno de’ dentre outros. Essa seria uma possibilidade de se programar e armazenar conceitos vagos em computadores, tornando possível a produção de cálculos com informações imprecisas, a exemplo do que faz o ser humano[1].

Os termos lingüísticos são usados para expressar conceitos e conhecimentos na comunicação humana, e em muitas áreas eles são a forma mais importante (as vezes a única) de quantificar os dados e/ou informações. Exemplo de um termo lingüístico – a altura do homem é de aproximadamente 1,87 m.

As variáveis lingüísticas são expressas dentro de certo domínio de valores. Em geral é o especialista naquela área ou assunto que define esse domínio e realiza

sua partição fuzzy. Nesse contexto, o papel do especialista torna-se fundamental na modelagem fuzzy. Uma variável lingüística fuzzy é uma variável cujo valor é expresso qualitativamente por um termo lingüístico (que fornece um conceito à variável) e quantitativamente por uma função de pertinência.
A capacidade de combinar variáveis lingüísticas e numéricas é uma característica positiva de aplicações da lógica fuzzy em sistemas inteligentes, tanto na engenharia como em diversas áreas como medicina, pedagogia entre outras.
Existem várias maneiras de representar os conjuntos fuzzy. Vejamos algumas[7]:

- Conjuntos Finitos Fuzzy podem ser representados por: tabelas, enumerando seus elementos juntamente com seus graus de pertinência ou por meio de gráficos.
- Quando os conjuntos fuzzy são contínuos, sua representação é a sua própria função de pertinência. As funções de pertinência mais comumente usadas são: linear por partes (trapezoidal ou triangular) , gamma, quadrática e outras funções especiais.

As regras fuzzy são as estruturas utilizadas na teoria fuzzy. Conceitualmente, as regras fuzzy descrevem situações específicas que podem ser submetidas à crítica de especialistas, e cuja inferência nos conduz a algum resultado desejado. A inferência baseada em regras fuzzy pode ser entendida como um conjunto de entradas do sistema que gera um conjunto de saídas.
A regra fuzzy é uma unidade capaz de capturar algum conhecimento específico, e um conjunto de regras é capaz de descrever um sistema em suas várias possibilidades.
Cada regra fuzzy, da mesma forma que uma afirmação clássica, é composta por uma parte antecedente (a parte Se) e uma parte conseqüente (a parte Então), resultando em uma estrutura do tipo:

Se {antecedentes} Então {conseqüentes}.
Exemplo : Se homem tem 1,87 m então ele é alto.

Os antecedentes descrevem uma condição (premissas), enquanto a parte conseqüente descreve uma conclusão ou uma ação que pode ser ensaiadas quando as condições ocorrem. A diferença entre os antecedentes de uma regra fuzzy e uma regra clássica é que os primeiros descrevem uma condição elástica, ou seja, uma condição que pode ser parcialmente satisfeita com valores intermediários, enquanto os últimos descrevem uma condição rígida (a regra não funciona se os antecedentes não são completamente satisfeitos).
As condições definem uma região fuzzy no espaço das variáveis de entrada do sistema. Já os conseqüentes descrevem uma região no espaço das variáveis de saída do sistema, qual seja a sua conclusão e/ou ação. Sendo assim, a construção dos antecedentes muitas vezes resulta em um trabalho de classificação, enquanto a elaboração dos conseqüentes exige um conhecimento sobre o comportamento do sistema. A elaboração dos conseqüentes de uma regra é mais complexa do que a dos antecedentes porque se faz necessário se estabelecer saídas.
Assim que o conjunto de regras fuzzy for definido necessitaremos de uma “máquina de inferência” para extrair dela a resposta final, a inferência mais comum, e amplamente utilizada no controle de sistemas, é o Método de Mamdani.
As regras são processadas em paralelo, ou seja, todas as regras (circunstâncias) são consideradas ao mesmo tempo, e ao final obtemos uma resposta que pode ser tanto um valor numérico clássico, quanto um conjunto fuzzy. Às vezes é necessário

que a saída do sistema seja um número, o que é muito comum em controladores fuzzy, pois o sistema precisa ser re-alimentado. Nestes casos se a saída do sistema for um conjunto fuzzy, então se faz necessário um processo de defuzzificação para se obter um número apropriado.

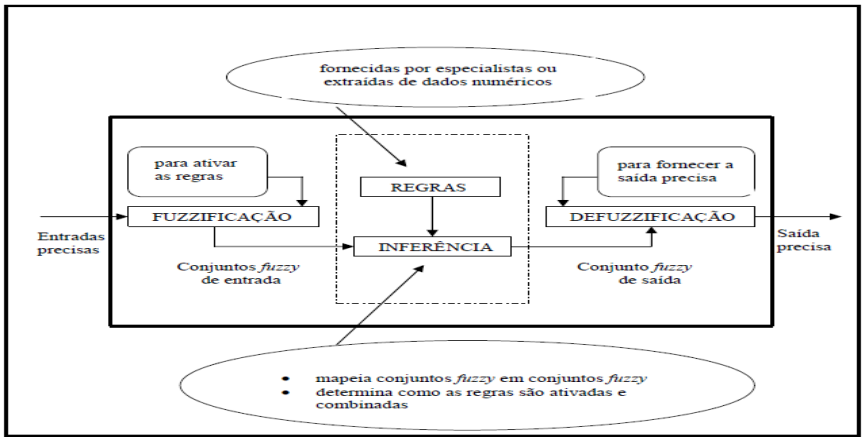

Figura 1 – Sistema de Inferência *Fuzzy*
Fonte: Tanscheit, (1995).

5. Metodologia

O trabalho será apresentado em etapas de execução conforme realização:
Etapa1 - as medições foram efetuadas envolvendo nível de ruído e horas trabalhadas diárias na Indústria BEN Ltda , indústria do pólo industrial de Manaus do ramo de fabricação de artefatos e estampados de metal em setores de produção tais como: solda , pintura, estamparia, guilhotina, serralheria, ferramentaria e serigrafia com diversos postos de trabalho.
As medições foram realizadas no posto de trabalho na altura do plano auditivo do trabalhador. O instrumento foi um Decibelímetro Digital Instrutherm, modelo THDL – 400, devidamente calibrado.
Etapa2 - Os valores das medições foram modelados em lógica difusa, representando a essência do raciocínio *Fuzzy*, composto por um conjunto de transformadores de variáveis lingüísticas, funções de pertinência e por uma base de regras, que, após o processo de *defuzzificação* foi possível a visualização das variáveis de saída do sistema. O método de inferência utilizado foi o Mamdani, sendo utilizada a ferramenta Fuzzy Inference System (FIS) do MATLAB para convalidar o modelar o sistema.
No ambiente de trabalho foi observado os elementos nível de ruído e horas trabalhadas por dia que são as variáveis de entradas que foram modeladas com a função de pertinência trapezoidal e triangular gerando uma variável de saída triangular, possibilitando a classificação desse ambiente de trabalho. Assim de acordo com a classificação da variável de saída que representa o ambiente esta pode ser de risco ou satisfatório.
O gráfico da Figura 02 apresenta os graus de pertinência da variável nível de ruído como sendo: R1 que significa ruídos inferiores a 85 dB, R2 que significa ruídos maiores que 85 dB e menores que 87 dB, R3 que significa ruídos maiores que 86 dB e menores que 88 dB e assim se mantém até a R16 que significa ruídos

superiores a 100 dB. A variável ruído assume valores dentro do intervalo [0;10,5] onde 8,5 equivale a 85 dB ou 10,5 equivale a 105 dB.

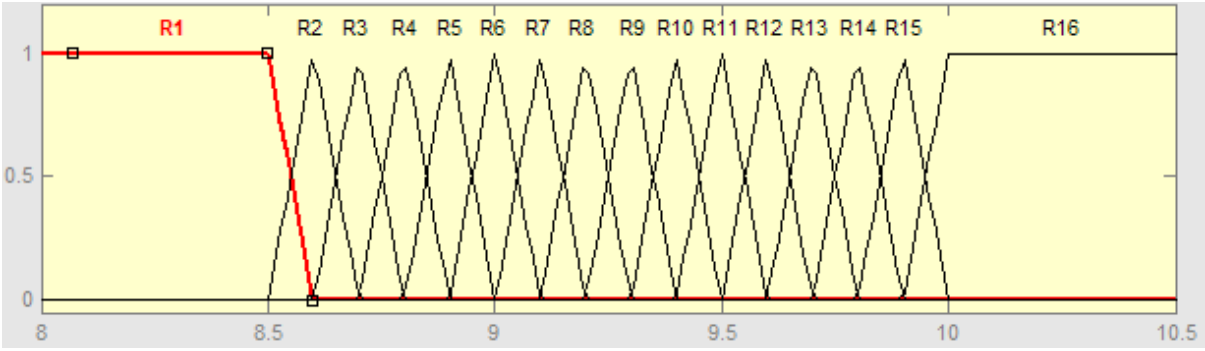

Figura 2 **–** Função característica da variável de entrada ruído (R).

O gráfico da Figura 03 apresenta os graus de pertinência da variável horas trabalhadas por dia como sendo: T1 que significa tempo inferiores a 1 hora , T2 que significa tempo superiores a 1 hora e inferiores a 3 horas, T3 que tempo superiores a 2 horas e inferiores a 4 horas e assim se mantém até a T9 que significa tempo superiores a 9 horas. A variável horas trabalhadas assume valores dentro do intervalo [0;11] em unidade de hora.

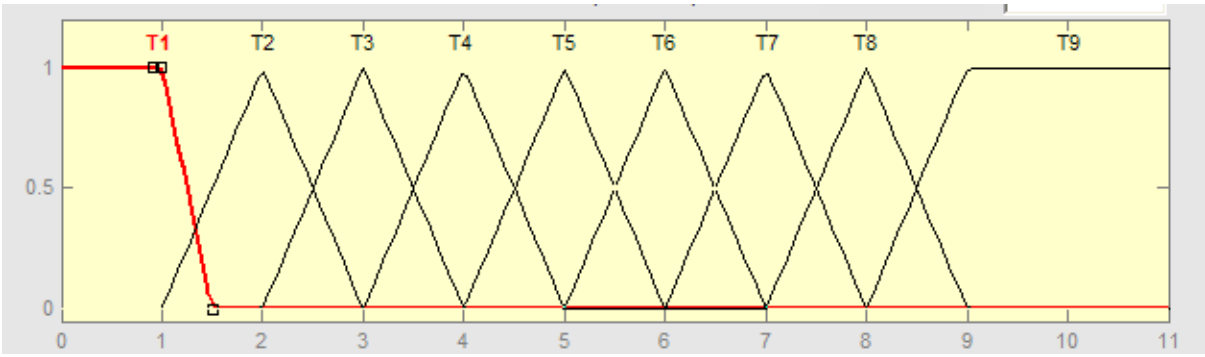

Figura 3 – Função característica da variável de entrada tempo (T).

O gráfico da Figura 04 apresenta os graus de pertinência da variável de saída ambiente como sendo: Ambiente Satisfatório ou Ambiente de Risco. A variável ambiente assume valores dentro do intervalo [0,10].

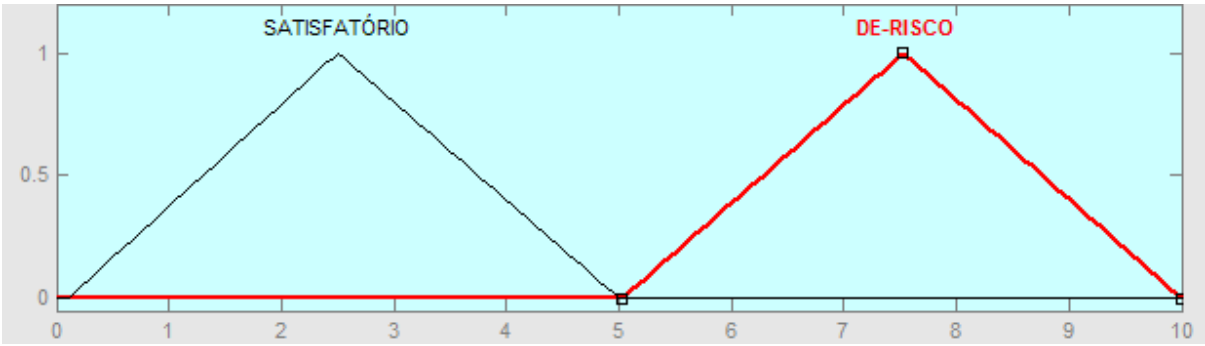

Figura 4 – Função característica da variável de saída AMBIENTE.

A Figura 05 apresenta as 144 regras resultantes das combinações das duas entradas (ruído e tempo) com a saída (ambiente). A variável de saída ambiente pode ser interpretada após o processo de defuzzificação como :

- Se 0 ≤ ambiente < 5 então ambiente é ***satisfatório***.
- Se 5 ≤ ambiente ≤ 10 então ambiente é **de *risco***.

1. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T1) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
2. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T2) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
3. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T3) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
4. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T4) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
5. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T5) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
6. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T6) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
7. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T7) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
8. If (Ruido is R1) and (Horas-Trabalhadas is T9) then (Ambiente is DE-RISCO) (1)
9. If (Ruido is R2) and (Horas-Trabalhadas is T1) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
10. If (Ruido is R2) and (Horas-Trabalhadas is T2) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)
11. If (Ruido is R2) and (Horas-Trabalhadas is T3) then (Ambiente is SATISFATÓRIO) (1)

Figura 5 – Lista das 144 regras definidas no sistema de inferência fuzzy.

A Figura 06 apresenta a visão das regras. No total ocorreram 144 regras. Por exemplo, na regra número 01, as variáveis de entrada ruídos e horas trabalhadas tiveram respectivamente os valores: 8,61 e 5,5. Os valores foram processados pelo sistema de inferência fuzzy e geraram através de um processo de defuzzificação o valor da variável de saída (ambiente). O valor atribuído para a variável ambiente é de 2,54 classificado como satisfatório.

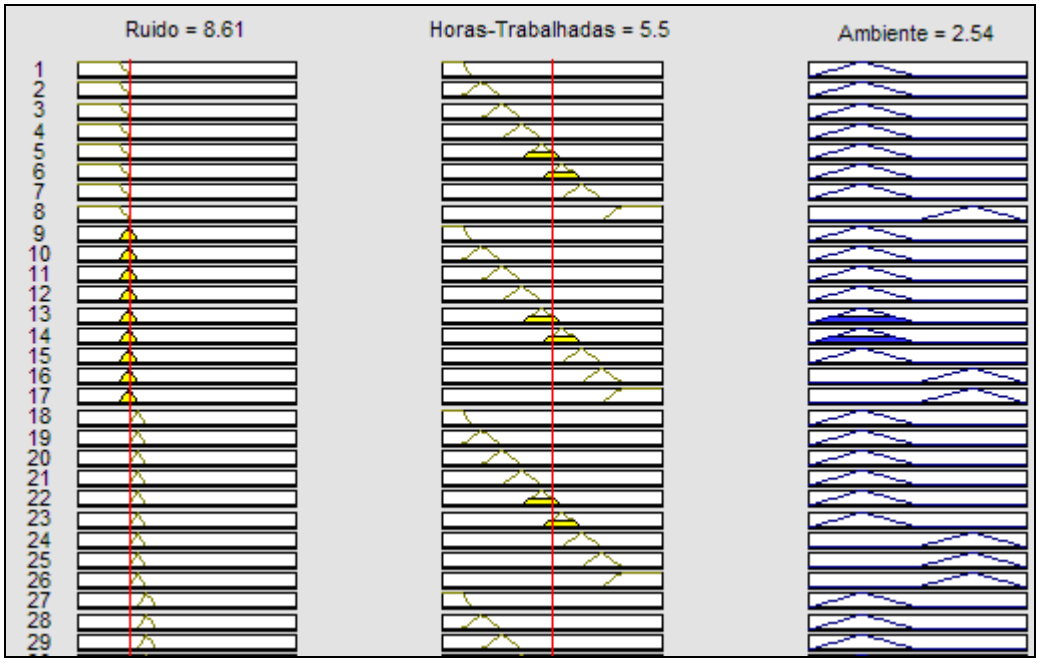

Figura 6 – Valor da variável AMBIENTE através da ativação das regras das variáveis de entrada RUÍDO e TEMPO.

6. Aplicação do modelo proposto

Para convalidar o modelo proposto foi utilizado como dados de entrada as medidas contidas no relatório de CONTROLE ANUAL - ANO 2009 de um posto de trabalho conforme tabela abaixo e um modelo implementado na ferramenta MatLab:

.

Risco: Nível de Ruído

Setor de Produção Estamparia I

Posto de Trabalho - Prensa 45 TN-042

Unidade de Medida - dB(A)

Turno	Medição	Limites de Tolerância	Horas Trabalhadas
Matutino	98,7	85	8 H
Vespertino	103,4	85	8 H
Noturno	101	85	8 H

6.1 . Determinação dos pares das variáveis de entrada: Ruído e Tempo

- R = 98,7 e T = 8 (matutino);
- R = 103,4 e T = 8 (vespertino);
- R = 101 e T = 8 (noturno).

6.2 . Processar os dados de entrada no Sistema de Inferência Fuzzy (MatLab).

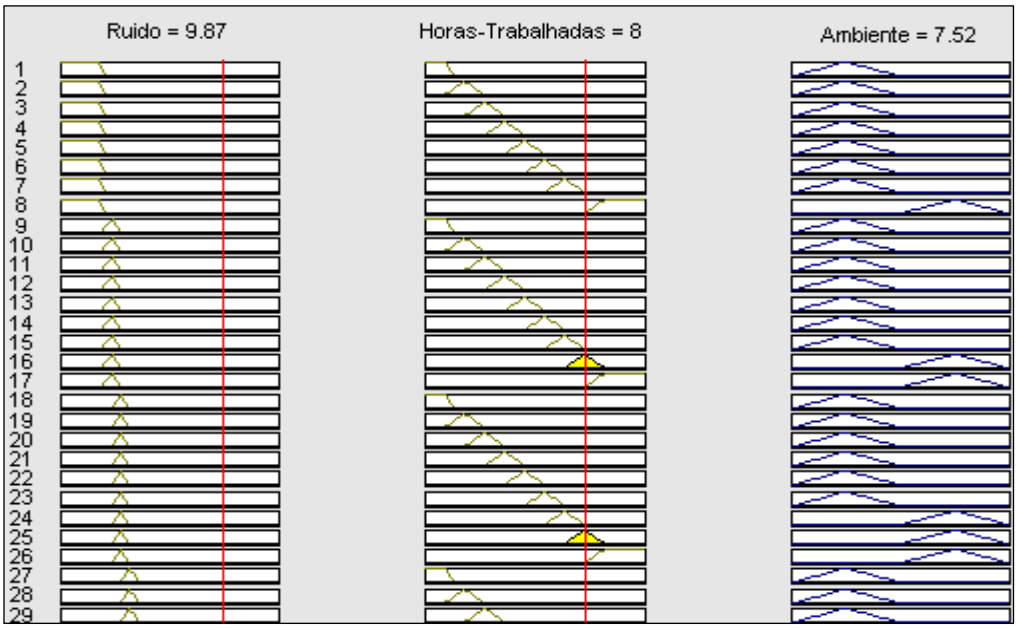

Figura 7 – Valor da variável AMBIENTE através da ativação das regras das variáveis de entrada ruído e tempo (98,7 dB e 8h).

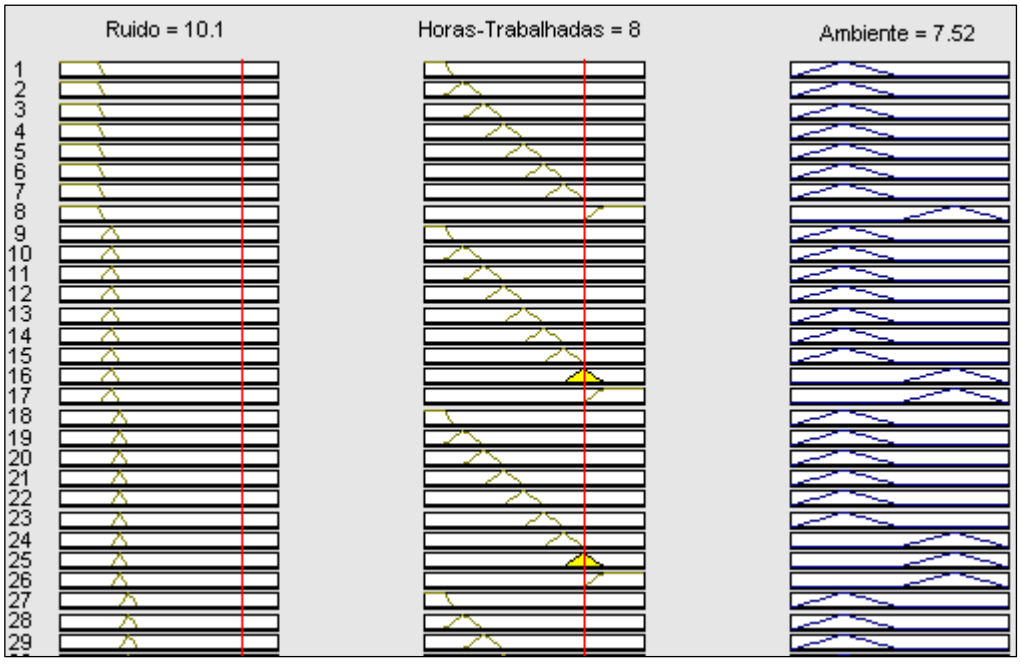

Figura 8 – Valor da variável AMBIENTE através da ativação das regras das variáveis de entrada ruído e tempo (101 dB e 8h).

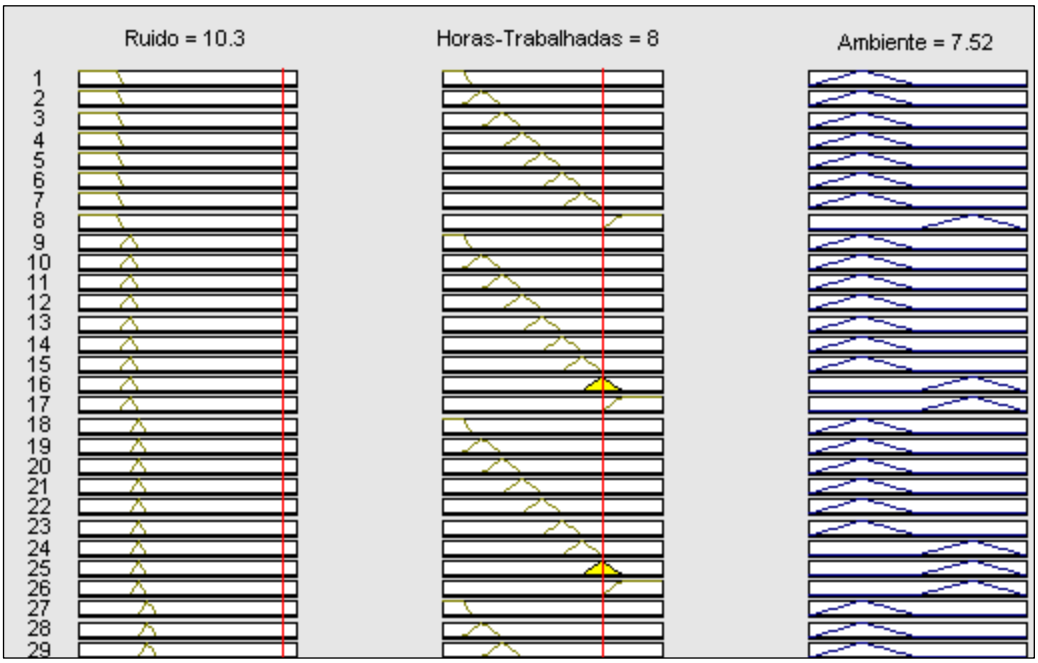

Figura 9 – Valor da variável AMBIENTE através da ativação das regras das variáveis de entrada ruído e tempo (103 dB e 8h).

6.3 . Interpretação da variável de saída: AMBIENTE.

Aplicando a regra de classificação da variável de saída AMBIENTE:

- Se $0 \leq$ ambiente < 5 então ambiente é ***satisfatório***.
- Se $5 \leq$ ambiente ≤ 10 então ambiente é de ***risco***.

Podemos concluir que:

A qualidade do ruído do posto de trabalho: PRENSA 45 TN-042 nos turnos de trabalho matutino, vespertino e noturno é classificado como ambiente **DE *RISCO*** para o colaborador atuante no respectivo posto de trabalho.

7. Conclusões

Na atualidade se obteve a certeza que condições de trabalho e produtividade se encontram ligadas.
Apesar de uma imensa capacidade de adaptação, o corpo humano tem um rendimento maior quando o trabalho se realiza em condições ótimas. De uma forma geral, as empresas não se preocupam o suficiente com higiene, segurança ou cuidados ergonômicos no ambiente de trabalho.
A utilização de uma metodologia que tornasse possível uma maior observação das variáveis que incidem sobre o ambiente profissional bem como informasse os danos a saúde seria de muita ajuda para as empresas de hoje. A fim de reduzir em curto prazo o desperdício de recursos financeiros e humanos e em longo prazo elevar a competitividade empresarial.

.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] BARROS L.C. ,Bassanezi R.C.Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática. Campinas. UNICAMP/IMECC.2006. 354p.

- [2] BARROS L.C. 1992. “Modelos determinísticos com parâmetros subjetivos”. Dissertação de Mestrado, Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade de Campinas, Brasil.

- [3] BRASIL — Lei Federal Nº 6.515, Portaria Nº 3.214 do Ministério do Trabalho, NR15 - Atividades insalubres.

- [4] CAMAROTTO, J. A. Ruído Industrial. U.F.S.C., São Carlos, Mímeo, 1985.

- [5] COSTA, V. H. C. O ruído e suas interferências na saúde e no trabalho. DIESAT, janeiro, 1991.

- [6] FELDMAN, S. & GRIMES, C.T. Hearing conservation in industry. Baltimore,1985.

- [7] JAFELICE, R.S. da M.; Barros, L.C.;Bassanezi, R.C. Teoria dos Conjuntos Fuzzy com Aplicações. São Carlos, SP: SBMAC – São Paulo: Plêiade, 2005.

- [8] LACERDA, A. P. O ruído e seus efeitos nocivos sobre o organismo humano. Rev. Bras.Otorrinolaring., 37: 281-288, 1971.

- [9] LIMONGI-FRANÇA, A. C. Qualidade de vida no trabalho – QVT. Conceitos e práticas na sociedade pós-industrial. São Paulo. Editora Atlas, 2002.

- [10] KWITKO, A., Tópicos em audiometria industrial e conservação da audição: revisão crítica da NR-7 e proposta para nova legislação, S.P., CIPA , 1ªedição, 1993.

- [11] SELIGMAN, J. Efeitos não auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido a ruído intenso. Rev. Bras. de Otorr., 59 (4), 257-59, 1993.

- [12] SUGENO M. 1974. “Theory of fuzzy integrals and its applications”. Tese de doutorado, Instituto de Tecnologia de Tokio, Tokio, Japão.

- [13] TANSCHEIT, Ricardo. Sistemas *Fuzzy*. Disponível em: <http://www.ica.ele.pucrio.br/cursos/download/ICA-Sistemas%20Fuzzy.pdf>. Acesso em: jan. 2007.

- [14] ZADEH L.A. 1965. “Fuzzy Sets”. Information and Control , 338-353.

- [15] ZADEH L.A. 1975. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Aproximate Reasoning – I. Information Sciences, 199-249.