

Modelagem fuzzy para apoio à tomada de decisão sobre as condições de trabalho em marmorarias

RESUMO

Luís Gustavo Baron

luisgbaron@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-1198-3650

Sociedade Educacional de Santa Catarina (SOCIESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Débora Barni de Campos

debarni@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-8079-4511

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Alex Luiz de Souza

alex.souza@udesc.br

orcid.org/0000-0002-7448-5683

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Delcio Pereira

delcio.sbs@gmail.com

orcid.org/0000-0002-7635-3086

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Alexandre Borges Fagundes

borges.fagundes@gmail.com

orcid.org/0000-0003-2941-1842

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Rafaelly Gruber

rafaelly.gruber@gmail.com

orcid.org/0000-0002-1829-0689

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

Diogo José Horst

diogohorst@gmail.com

orcid.org/0000-0003-4971-4912

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

OBJETIVO: Desenvolver um modelo fundamentado em lógica fuzzy, com o intuito de dar apoio à tomada de decisão pelos gestores de marmorarias, no tocante a tornar este ambiente de labor um local mais adequado para se trabalhar.

MÉTODOS: Para a elaboração do modelo foram utilizados conhecimentos básicos de ergonomia, no que se refere a situações relacionadas ao ruído, poeira, vibração e iluminação, fundamentadas por normas regulamentadoras (NR) elaboradas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e aprovadas pelo Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) com o objetivo de promover e preservar a saúde dos trabalhadores. Um estudo de caso foi aplicado em uma marmoraria localizada no planalto norte do estado de Santa Catarina. Pautado no referencial teórico de Lida (2005) e Kroemer e Grandjean (2005) este estudo avaliou as condições ergonômicas existentes, frente às condições ideais para se trabalhar no ramo lapidário.

RESULTADOS: O modelo apresentou resultados numéricos, através da utilização de variáveis de entrada quali-quantitativas, que são o mote da lógica difusa (fuzzy).

CONCLUSÕES: A análise de apoio à tomada de decisão legitimou o uso do modelo como contribuição às escolhas do gestor, através de um modelo de árvore de decisão do tipo *top-down*.

PALAVRAS-CHAVE: Apoio à tomada de decisão. Lógica fuzzy. Marmoraria. Ergonomia. Segurança no trabalho.

INTRODUÇÃO

Acidentes de trabalho estão entre os principais fenômenos causadores de prejuízos à saúde dos trabalhadores (VILELA; ALMEIDA; MENDES, 2012). Cuidados com a saúde dos trabalhadores são de extrema importância, permitindo o enfrentamento das adversidades da ocupação com intenção do desenvolvimento individual e coletivo (RAMMINGER, 2013).

Lesões acarretadas pelas condições incorretas de trabalho afastam provisoriamente o operador de sua função, acarretando em problemas de ordem burocrática, atrasos de produtividade e consequentes reduções de receita. Desta forma, o Estado também arca com o prejuízo, sob a forma de pagamento de seguro e aposentadoria antecipada (COSTA et al., 2015).

Tendo em conta a importância da saúde dos trabalhadores, a cadeia produtiva nas marmorarias acarreta altos níveis de ruído, vibração de ferramentas, problemas decorrentes de má postura, excesso de carga de trabalho e umidade. Se não houver proteções adequadas, o trabalhador fica imerso em um ambiente repleto de agentes insalubres. Se sua imersão nesse cenário for prolongada, os agentes deletérios podem interferir na integridade da saúde do sujeito (METIN, 2015; METIN; YESILKAYA, 2016).

Condições de trabalho precárias em marmorarias são geradoras de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, entre as quais estão a silicose e a perda auditiva. Através das operações de corte e de acabamento, existe uma tendência à exposição à sílica cristalina, substância carcinogênica, principalmente quando o material a ser trabalhado é o granito (SANTOS et al., 2008).

De acordo com Souza (2008), o nível tecnológico das máquinas e equipamentos em marmorarias é baixo, e é alicerçado por infraestrutura aquém do necessário, gerando forte potencial para o acontecimento de acidentes, principalmente nas empresas informais. O descaso e o desconhecimento das normas trabalhistas agem como catalisadores em situações potencialmente perigosas no ambiente de trabalho.

A norma regulamentadora que estabelece os parâmetros vinculados à ergonomia no ambiente de trabalho é a Norma Regulamentadora 17 (NR 17) (BRASIL, 1978a). A NR 17 serve como guia para os profissionais responsáveis pela investigação da situação de trabalho, com o intuito de se obter um ambiente de conforto, segurança e excelente produtividade (MORAES, 2007).

De acordo com Barbosa (2009), Lida (2005), Villarouco e Andreto (2008), a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) tem como objetivo empregar o conhecimento ergonômico do profissional da área, e conformar em um método para avaliar e retificar a situação real de trabalho.

Conforme Abrahão et al. (2009), o desafio de possuir o entendimento sobre o trabalho realizado, decorre da quantidade de variáveis que estão relacionadas ao contexto analisado. Para Luz (2006), o levantamento dessas variáveis tem fundamento na análise da situação presente, para que posteriormente, sejam levantadas hipóteses pelo ergonomista responsável.

Diversos problemas podem ser solucionados com sistemas complexos. A lógica fuzzy possibilita a construção de várias regras, que facilitam a modelagem

dos problemas, tornando-os assim, menos complexos (RIGNEL; CHENCI; LUCAS, 2011).

Dentro do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo fundamentado em lógica fuzzy, com o intuito de dar apoio à tomada de decisão pelos gestores de marmorarias, no tocante a tornar este ambiente de labor um local mais adequado para se trabalhar. A lógica fuzzy foi eleita por permitir alimentar o sistema embasado nas NRs utilizando parâmetros multifatoriais qualitativos e quantitativos (ruído, dor, iluminação, vibração e umidade).

CONDIÇÕES DE TRABALHO

O artigo 189 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) considera como atividades insalubres aquelas que, devido a sua condição ou essência, exponham os trabalhadores a agentes nocivos à saúde, em função da sua intensidade ou tempo de exposição aos seus efeitos (BRASIL, 1943).

De acordo com a Norma Regulamentadora de Insalubridade (NR 15) (BRASIL, 1978b), são consideradas insalubres as operações ou atividades realizadas em situações superiores às estabelecidas pela norma. A NR 15 estipula os níveis de ruído e o tempo máximo de exposição aos mesmos. Não é permitida a exposição em nível superior a 115 dB do trabalhador desprotegido, e essa exposição, segundo Paula (2008), é de risco grave e iminente.

Bittencourt (2012) lista efeitos extra-auditivos que podem ser considerados sintomas de uma exposição além da sadia ao ruído, tais como: acréscimo da frequência cardíaca; da frequência respiratória; da pressão arterial; da vasodilatação cerebral; da secreção e motilidade gástrica; da sudorese; diminuição da secreção salivar; e dilatação das pupilas.

Outro agente que influencia na atividade laboral é o nível de iluminação, que no Brasil é regido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme estabelecido pela norma NBR ISO/CIE 8995-1 19 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), classificando os níveis de iluminância de acordo com o tipo de atividade realizada. Níveis de iluminância ideais tendem a favorecer a produtividade no local de trabalho.

Iida (2005) ilustra através de um experimento em que os trabalhadores foram expostos a luminosidades na faixa de 10 a 2000 lx, que houve uma redução significativa do tempo de trabalho de 90 segundos para 10 segundos. Níveis de iluminância superiores a estes não causaram tantas mudanças, pois além de ser considerado um dispêndio de energia desnecessário, níveis de iluminância acima de 1000 lx causam fadiga visual.

As vibrações mecânicas são relevantes para este estudo porque afetam os membros do corpo e órgãos. Segundo Kroemer e Grandjean (2005), ferramentas manuais, tais como furadeiras e lixadeiras, são as que mais provocam lesões nos braços e nas mãos, podendo ocasionar danos permanentes. A vibração é medida levando-se em consideração três variáveis:

- a) frequência, medida em ciclos por segundo ou hertz (Hz);
- b) intensidade do deslocamento, medida em g ($1g = 9.81m \cdot s^{-2}$);
- c) direção do movimento nos eixos ortogonais (x, y, z).

Exposição à vibração é uma condição que prejudica a saúde do operador e a qualidade de seu trabalho.

O corpo humano reage de maneira diferente dependendo do nível de vibração. O organismo pode entrar em ressonância com as oscilações, o que o torna mais suscetível a influências de trepidações. Ainda de acordo com Kroemer e Grandjean (2005), as vibrações influem na capacidade visual, motora e muscular do homem. No momento em que o trabalhador tem sua visão afetada pela vibração, há um aumento na possibilidade de ocorrência de acidentes, já que a capacidade visual é diminuída. Exposição à vibração por um longo prazo pode causar prejuízos à coluna vertebral do indivíduo, bem como artrite e atrofia dos dedos.

Como importantes atores nas atividades laborais também estão presentes os particulados em suspensão. Segundo Bon (2006) e Sampaio et al. (2011), o estudo sobre particulados em suspensão é importante, na medida em que algumas doenças são relacionadas a essa exposição, e são determinantes tanto na origem, composição e forma física desses elementos.

Composta principalmente de sílica (SiO_2), conforme estudo realizado por Santos et al. (2007), a poeira gerada nas marmorarias se deve pelo uso do granito como matéria prima dos produtos. Dessa forma os processos produtivos dentro das marmorarias devem ser realizados na presença de água, para evitar que particulados sejam lançados ao ar.

A sílica gerada em marmorarias tem origem mineral e estrutura cristalina. Sua característica estrutural superficial provoca diferentes reações no organismo, podendo gerar silicose ou câncer (BON, 2006; SANTOS et al., 2008).

Dessa forma, ao avaliar agentes tão distintos que influenciam na atividade laboral humana, é preciso uma ferramenta que consiga fazer interações entre tão diferentes elementos. A lógica fuzzy possibilita a criação de uma modelagem que permite o auxílio na tomada de decisões, replicando o conhecimento do especialista em segurança do trabalho. Na próxima seção será explicado em mais detalhes sobre o conceito e modelagem fuzzy.

MÉTODO

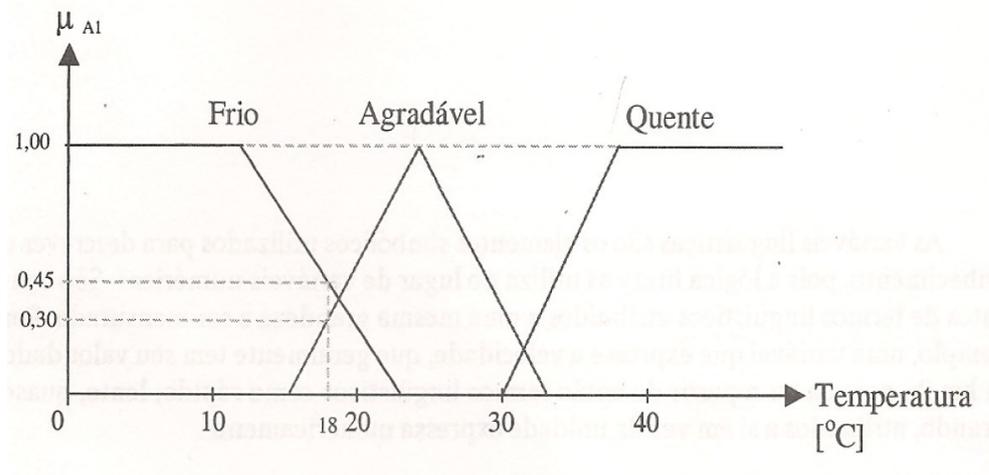
LÓGICA FUZZY

A teoria fuzzy desenvolvida por Zadeh (1965) propõe a existência de infinitos valores entre 0 e 1. O vetor de pertinência μ , caracteriza os valores dentro do intervalo numérico, expressando o grau de pertinência de um dado elemento ser membro de um conjunto fuzzy. Sendo que a pertinência vai de 0 (zero), ou não pertence, até 1,00 (um), ou pertence totalmente. Portanto um conjunto fuzzy A em um universo X é definido pela função de pertinência $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ (TUTMEZ; KAHRAMAN; GUNAYDIN, 2007; CAMPOS FILHO, 2004; ACAMPORA; VITIELLO, 2013; CHICLANA et al., 2015).

Conforme Corcoll-Spina (2010), utilizando o exemplo de uma representação fuzzy para a temperatura, onde o conforto térmico é dividido em frio, agradável e quente. Por exemplo, ao analisar a temperatura de 18°C tem-se que $\mu(18) = 0,45$

frio e $\mu(18) = 0,30$ agradável. Assim, percebe-se que este valor pertence mais ao conjunto frio do que ao conjunto agradável, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Valor de pertinência de variáveis linguísticas para temperatura



Fonte: Corcoll-Spina (2010).

Dentre os principais conceitos que envolvem a lógica fuzzy, estão a multivalência, os conjuntos fuzzy e as propriedades, as operações de complemento, de união e de intersecção (CAMPOS FILHO, 2004).

Cabe destacar também a parte da teoria que trata de variáveis linguísticas, de regras de produção e o processo de fuzzificação e defuzzificação, conceitos extremamente importantes na concepção de qualquer projeto. As variáveis fuzzy quantitativas podem adquirir valores linguísticos, tais como **muito pequeno**, **pequeno**, **médio**, **grande**. Uma variável base pode ser **pressão** ou **temperatura**, em que os valores linguísticos são associados por uma regra semântica (DOMINGOS, 2004).

Yaguinuma (2013) afirma que o uso de conectivos (e, ou) e a negação, permitem criar variáveis linguísticas mais complexas. Pois é possível comparar valores, por exemplo, **não alto**, quando já se sabe o termo **alto**. Ainda de acordo com Yaguinuma (2013), o modo mais corriqueiro de armazenar conhecimento fuzzy é composto pela seguinte regra de produção: se <situação> então <ação>. A parte **se** da regra, mesmo que não completamente satisfeita, impõe o processamento da parte então. Através de um mecanismo de inferência fuzzy, as ações disparadas são processadas juntas e para cada saída do sistema é gerada uma resposta quantitativa.

Para Shaw e Simões (2007), a atividade humana é uma comparação de expressões imprecisas. O cérebro humano transforma informações em números fuzzy. Campos Filho (2004) traz o exemplo de uma pessoa apreciando uma paisagem. O indivíduo classifica o cenário que está vendo em bonito, feio, muito feio. Desse modo, o cidadão irá processar essas informações fuzzy e, com base nelas, chegará a uma variável fuzzy adicionando sua ação de controle. Em certas situações é necessário que seja feito o processo de defuzzificação, isso é, transformar o valor incerto ou impreciso, para um valor real, como uma ação bem definida.

Campos Filho (2004) mostra alguns exemplos ao citar a capacidade de defuzzificação humana ao decifrar caligrafia, entender sotaques estrangeiros e, até mesmo, reconhecer pessoas com cortes de cabelo diferentes.

A lógica fuzzy está presente em diversas situações onde haja a complexidade para se trabalhar com um resultado dado a diversidade de entrada de variáveis. Ela vem sendo empregada em exemplos cotidianos, como em controladores de linhas férreas (YANG; ZHOU; GAO, 2014), em controladores de voos, em controle de escape de gás (FOGHAHAAYEE; MENHAJ; TORBATI, 2014), facilidades da vida moderna, como as chamadas **casas inteligentes**, e também utilizada para a organização da agenda social (SULTAN; BENTAHAR; EL-MENSHAWY, 2014) e fatores que impactam a sustentabilidade (SÍRB, 2013).

Assim como neste trabalho, na medicina a lógica matemática tem aplicações extensas e ajudam equipes do mundo todo a tomar decisões que vão desde abalos sísmicos (JETSON RONALD; LAI; PAPAGEORIOU, 2012) até tratamento urinário e vereditos oncológicos (ALVAREZ; WRIGHT, 2007), comprovando a validade, a eficácia, a importância e a certificação acadêmica. A lógica fuzzy é absolutamente consolidada no meio científico e são inúmeros os resultados de sucesso de sua aplicação.

Para analisar a realidade que ocorre em marmorarias e auxiliar na tomada de decisão sobre condições de trabalho mais favoráveis e seguras, percebe-se a necessidade da criação de um indicador de avaliação ergonômica. De acordo com Leite et al. (2011), a utilização da lógica fuzzy traz a vantagem da não necessidade presencial de um especialista na aplicação do modelo criado, uma vez que o programa utiliza as informações nele armazenadas. Assim, os próprios gestores podem utilizar o modelo em suas empresas.

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do modelo indicador de tomada de decisão, utilizando a lógica fuzzy, são apresentados na próxima seção.

APLICAÇÃO DO MODELO

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do modelo indicador de tomada de decisão, utilizando a lógica fuzzy, são apresentados nesta seção. O modelo foi desenvolvido utilizando-se o software FuzzyTECH (2017). A análise do ambiente de trabalho da marmoraria foi feita adaptando-se o roteiro de lida (2005), que contém as diretrizes para métodos e técnicas de ergonomia embasada pelo conhecimento na área de condições seguras para o trabalho, com objetivo de melhorar o ambiente do trabalhador. O modelo foi aplicado em uma marmoraria localizada no planalto norte de Santa Catarina.

As regras de modelagem fuzzy, ou produção fuzzy, utilizam-se do modelo se <situação> então <ação>, recebendo uma importância dentro do sistema determinado por seu *Degree of Strength* (DoS), também denominado grau de suporte. Esse peso pode variar de 0 (zero) a 1 (um), sendo seu valor definido por um especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho ou gestor da marmoraria. As regras são incorporadas aos blocos de regras do dendrograma, que armazenam as informações para o controle do sistema fuzzy.

O método de defuzzificação é o *fast CoA*, que calcula o centro da área de um determinado conjunto fuzzy e o utiliza como valor escalar de saída. O procedimento de defuzzificação é o mesmo em todos os indicadores, independentemente de seu nível no dendrograma.

Portanto, o modelo desenvolvido, indicador para avaliação do ambiente de trabalho de uma marmoraria, é a combinação de aspectos relacionados ao ambiente de trabalho, sendo estes classificados como: saúde, conforto e periculosidade. Estes indicadores podem ter formas difusas ou discretas, e são associados nos blocos de regra do dendrograma do tipo *top-down induction of decision trees*, processados por operações básicas dos conjuntos fuzzy.

Cada um dos três dendrogramas secundários (saúde, conforto e perigo) são representados por um dendrograma, sendo que sua vinculação faz parte do dendrograma principal. Os dendrogramas são, por sua composição, do estilo *top-down*. As suas lógicas são decompostas até que se obtenham indicadores que possam ser mensurados e/ou analisados, sendo estes chamados de indicadores de entrada. Cada variável tem uma regra própria, cuja forma é definida por um especialista. Como cada bloco de decisão possui uma variável de saída, é possível identificar o resultado de cada grupo de indicadores separadamente. A essas variáveis de saída foi dado o prefixo *n_a_*, lendo-se **nível de ação**.

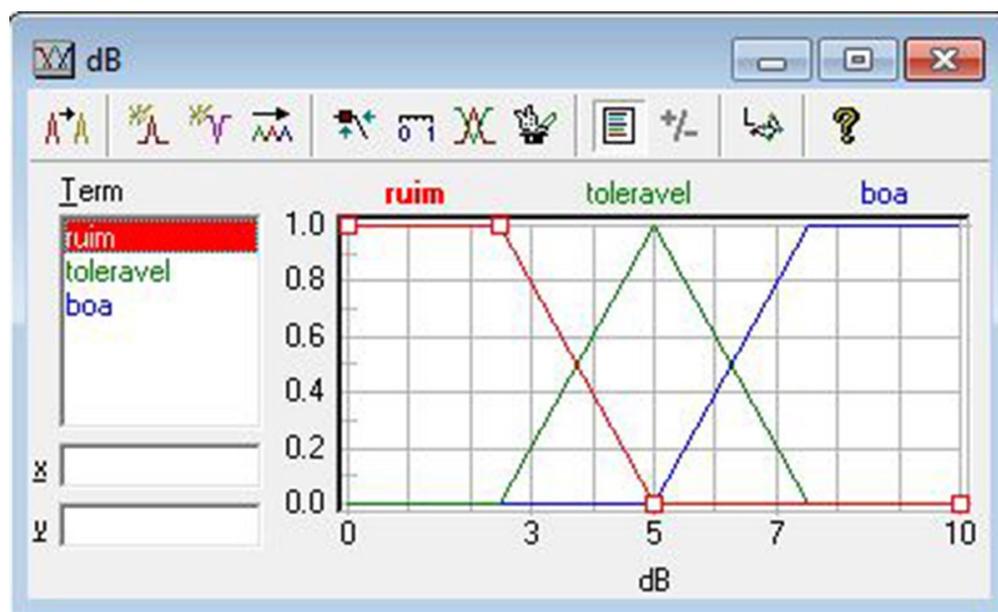
O indicador principal, nível de ação, pode ser considerado como objeto foco deste trabalho, dando uma visão generalista do ambiente de trabalho da marmoraria. Os indicadores secundários, terciários e quaternários podem ser chamados de indicadores intermediários, pois os mesmos conseguem exibir uma parcela do nível de ação para uma determinada situação pontual, já que se dão nos blocos de regras do dendrograma. As respectivas denominações dos indicadores no dendrograma são:

- a) indicador principal: nível de ação (*Nivel_Acao*);
- b) indicadores secundários: saúde (*n_a_Saude*), conforto (*n_a_Conforto*) e perigo (*n_a_Perigo*);
- c) indicadores terciários: físico (vibração, ruído e umidade) (*n_a_Fisico*), químico (sílica e aromáticos) (*n_a_Quimico*), inflamáveis (*n_a_Inflamaveis*), acidentes em máquinas (*n_a_Acidentes*), risco de acidentes (*n_a_RiscoAcident*), e segurança do trabalho (*n_a_SegTrabalho*);
- d) indicadores quaternários: ruído (*n_a_Ruido*), umidade (*n_a_Umidade*), aromáticos (*n_a_Aromaticos*) e sílica (*n_a_Silica*);
- e) indicadores de entrada: Decibel (dB), equipamento de proteção coletiva (EPC) contra ruído (*EPC_ruido*), equipamento de proteção individual (EPI) contra ruído (*EPI_ruido*), EPI contra vibração (*EPI_vibração*), EPC contra umidade (*EPC_umidade*), EPI contra umidade (*EPI_umidade*), umidade (umidade), EPC contra vapores (*EPC_vapores*), EPI contra vapores (*EPI_vapores*), uso de químicos aromáticos (*uso_aromaticos*), EPC contra poeira (*EPC_poeira*), EPI contra poeira (*EPI_poeira*), poeira (*poeira*), condição do assoalho (*assoalho*), carga de trabalho (*carga_trabalho*), condição de iluminação (*iluminacao*), posição de trabalho (*posicao_trabalho*), armazenamento de líquidos inflamáveis (*armazenamento*), embalagens certificadas para líquidos inflamáveis

(*embalagem_certif*), manuseio de inflamáveis (manuseio), acidentes em máquinas fixas (*maq_fixas*), acidentes em máquinas manuais (*maq_manuais*), equipamentos apropriados (*equip_apropriado*), sinalização (*sinalizacao*), EPIs gerais (*EPI_gerais*), placas de orientação (*placas_orientacao*) e treinamentos (*treinamentos*).

Neste trabalho foi definido que as curvas de regra dos indicadores tenham o formato linear (*L-shape*), e todas as respostas dos indicadores de entrada foram definidas utilizando os termos: **ruim**, **tolerável** e **boa** (Figura 2).

Figura 2 - Indicador de entrada



Fonte: Autoria própria (2017).

As escalas das notas de entrada variam de 0 (zero), como sendo a pior situação, a 10 (dez), equivalendo dizer a melhor situação do ambiente de trabalho. Já para os indicadores principal e secundário foram determinados os termos **imediate**, **médio_prazo** e **longo_prazo**, com escala variando de 0 (zero) a 1 (um).

A influência que a variável de entrada possui em relação a variável de saída de cada bloco de regra é ilustrada pela Figura 3, sendo que o **X** marca a opção do especialista. A escala dessa influência está compreendida entre inversamente muito importante, representada em vermelho, e entre proporcionalmente muito importante, representada em verde.

Figura 3 - Definição da influência das variáveis

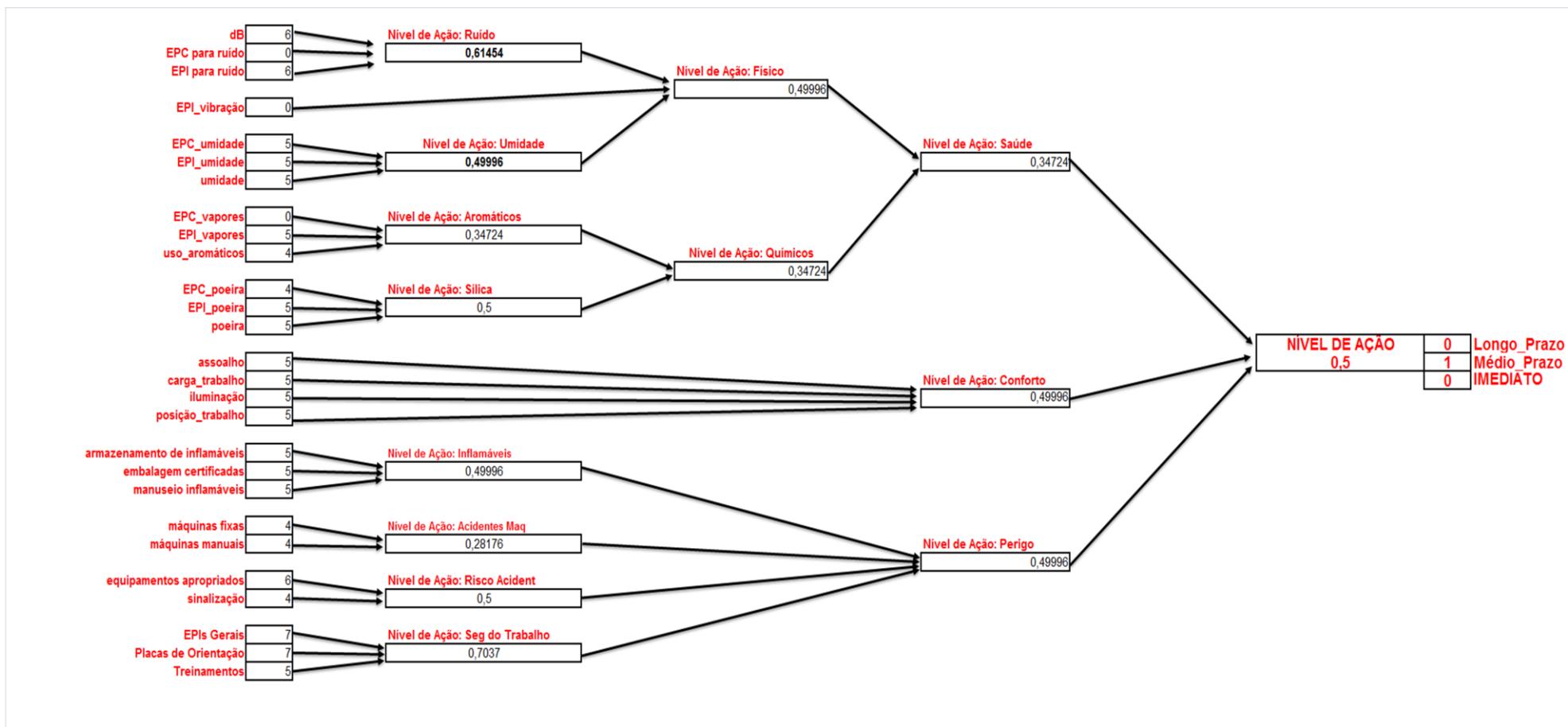
Indicador de Saída	Influência		Indicador de Entrada
Nível de Ação			Saúde
Nível de Ação		X	Conforto
Nível de Ação			Perigo
Saúde			Saúde
Saúde			Químico
Conforto		X	Assolho
Conforto			Carga de trabalho
Conforto		X	Contaminação
Conforto			Posição de trabalho
Perigo			Inflamáveis
Perigo			Acidentes em máquinas
Perigo			Risco de acidentes
Perigo		X	Segurança do trabalho
Físico			Ruído
Físico			PI para vibração
Físico		X	Umidade
Químico			Aromáticos
Químico			Óxido
Inflamáveis			Armazenamento
Inflamáveis			Instalação
Inflamáveis			Manuseio
Acidentes em máquinas			Máquina fixa
Acidentes em máquinas			Máquina manual
Risco de acidentes			Equipamentos
Risco de acidentes			Manutenção
Segurança do trabalho			PIs gerais
Segurança do trabalho			Placas de orientação
Segurança do trabalho		X	Equipamentos
Ruído			Ruído
Ruído		X	PC para ruído
Ruído			PI para ruído
Umidade			Umidade
Umidade		X	PC para umidade
Umidade			PI para umidade
Aromáticos			Óxido de aromáticos
Aromáticos			PC para aromáticos
Aromáticos			PI para aromáticos
Sílica			Poeira
Sílica			PC para poeira
Sílica		X	PI para poeira

Fonte: Autoria própria (2017).

Neste trabalho utilizou-se o programa Excel (2017) para alimentar a fonte de dados para as variáveis de entrada, a comunicação foi realizada através dos *Dynamic Data Exchange (DDE)*, recurso que possibilita a troca de informações do Excel com outras aplicações, utilizando *DDE Requests* para comunicar e os *DDE Pokes* para visualizar os resultados que o programa elabora.

No momento de seleção das células teve-se o cuidado de manter a forma semelhante à árvore de decisão do programa FuzzyTECH (2017), com sua estrutura esquemática demonstrada pela Figura 4.

Figura 4 - Fonte de dados das variáveis de entrada



Fonte: Autoria própria (2017).

A Tabela 1 apresenta os valores atribuídos a cada indicador de entrada pelo especialista, em uma escala de 0 (zero) a 10 (dez), em visita ao local de trabalho avaliado pelo modelo.

Tabela 1 - Atribuição dos valores pelo especialista

Indicador de entrada	Valor atribuído pelo especialista	Indicador de entrada	Valor atribuído pelo especialista
dB	3	Carga de trabalho	7
EPC para ruído	0	Iluminação	7
EPI para ruído	2	Posição de trabalho	7
EPI para vibração	0	Armazenamento de inflamáveis	4
EPC para umidade	2	Embalagem de inflamáveis	1
EPI para umidade	6	Manuseio de inflamáveis	0
Umidade	5	Máquinas fixas	3
EPC para vapores	0	Máquinas manuais	4
EPI para vapores	0	Equipamentos apropriados	8
Uso de aromáticos	4	Sinalização	0
EPC para poeira	0	EPIs gerais	1
EPI para poeira	3	Placas de orientação	0
Poeira	1	Treinamentos	0
Assoalho	2	-	-

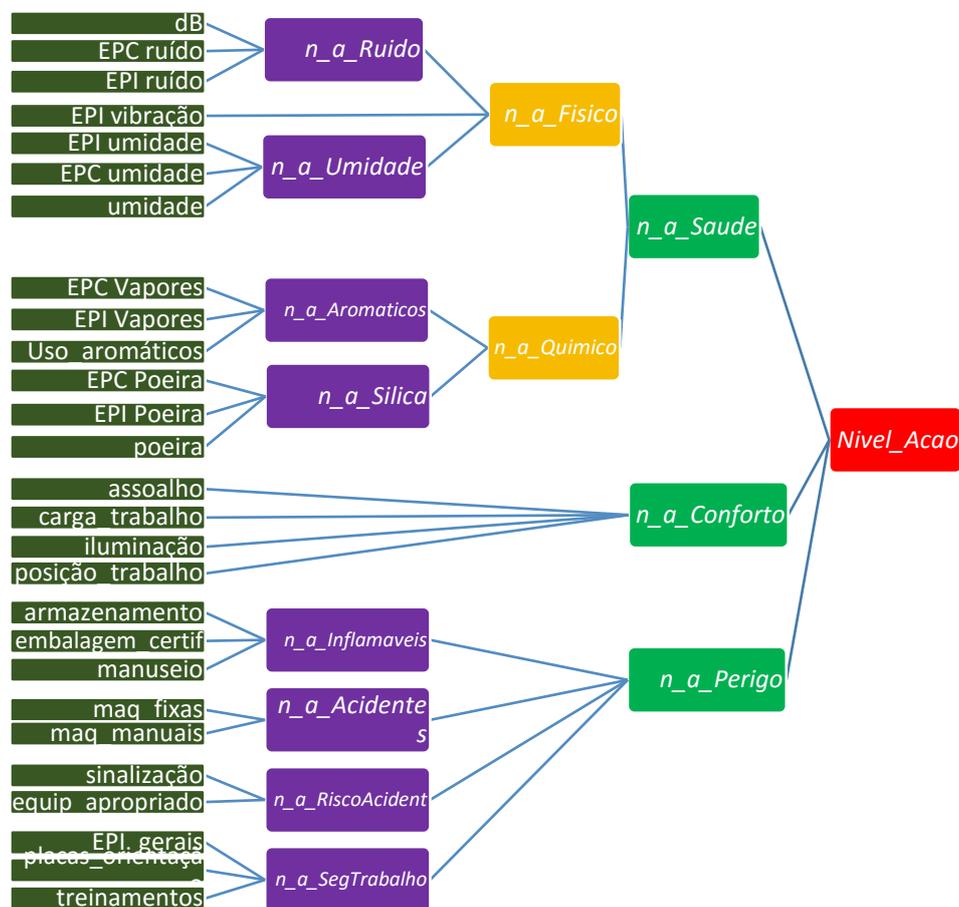
Fonte: Autoria própria (2017).

Na próxima seção serão apresentados os resultados do modelo e a análise de sensibilidade, assim como a discussão de seus resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dendrograma principal representa o modelo desenvolvido (Figura 5) através da distribuição das variáveis no sistema lógico fuzzy para a determinação do grau nível de ação em marmorarias.

Figura 5 - Dendrograma principal da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2017).

A Tabela 2 ilustra os elementos contidos no dendrograma principal:

Tabela 2 – Elementos do dendrograma principal

Elementos do dendrograma principal	Quantidade
Variáveis de entrada	27
Variáveis de saída	15
Termos	126
Blocos de regras	14
Regras	441

Fonte: Autoria própria (2017).

Os valores de resposta obtidos em cada um dos indicadores intermediários são apresentados na Tabela 3. No que concerne à situação do ambiente da marmoraria, 10 critérios atingiram a nota mínima, o que corresponde a 76,9% dos indicadores.

Tabela 3 - Notas dos indicadores intermediários

Indicadores intermediários (nível ação)	Nota
Indicadores quaternários	
Ruído	0,19446
Umidade	0,5
Aromáticos	0,19446
Sílica	0,19446
Indicadores terciários	
Físico	0,19446
Químico	0,19446
Inflamáveis	0,19446
Acidentes em máquinas	0,23042
Risco de acidentes	0,19446
Segurança do trabalho	0,19446
Indicadores secundários	
Saúde	0,19446
Conforto	0,68332
Perigo	0,19446

Fonte: Autoria própria (2017).

O resultado do indicador principal, que informa qual o nível de ação deve ser tomado, tendo em conta as condições do ambiente de trabalho, é demonstrado na Tabela 4. Nesse caso, o resultado do modelo para o nível de ação atingiu a nota mínima lançada pelo programa, sendo sua urgência definida como 100% imediata. Isso quer dizer que a situação do ambiente de trabalho da marmoraria é péssima, levando em consideração aspectos como saúde, conforto e riscos ao qual o trabalhador é exposto.

Tabela 4 - Nota do nível de ação para auxílio à tomada de decisão

Nível de ação		
0,19446		
<i>Longo_prazo</i>	<i>Medio_prazo</i>	<i>Imediato</i>
0	0	1

Fonte: Autoria própria (2017).

Pela análise de sensibilidade do modelo, foi possível encontrar pontos os quais se melhorados podem elevar as notas indicadas pelas variáveis de saída. Ao melhorar a nota dos indicadores dB para 6.0 e *EPI_ruido* para 6.0, o nível de ação para ruído passa a ter nota 0.61454, o que já alcança resultados considerados satisfatórios.

Quando a nota de *EPC_umidade* sobe para 5.0 e *EPI_umidade* também 5.0, o resultado final para esse nível de ação aumenta para 0.49996, que é uma nota que se mantém no meio da escala. Ao alcançar as notas 4.0 para *EPC_poeira*, e 5.0 para *EPI_poeira*, o resultado do nível de ação tem valor de 0.5, que também é uma nota que permanece no meio da escala.

No que se refere ao nível de ação conforto, é possível chegar à nota 0.49996, tomando em conta que as notas das variáveis de entrada são assoalho 5.0, *carga_trabalho* 5.0, iluminação 5.0 e posição de trabalho 5.0. No que compete ao trabalho com líquidos inflamáveis, atingiu-se uma nota de 0.49996, com escores das variáveis de entrada definidos: armazenamento 5.0, *embalagem_cert* 5.0 e manuseio também 5.0.

Pela obtenção desses valores torna-se possível determinar para o nível de ação de 0.5, tem-se o valor 0 para *Longo_Prazo*, 1 para *Medio_Prazo* e 0 para *Imediato*. Sendo que o nível de ação para correção das situações não conformes se situa no médio prazo.

A demonstração dos resultados de forma compilada, prática, organizada e, sobretudo, validada, como método de apoio à tomada de decisão, também foi alvo do trabalho de Czibula, Czibula e Gaceanu (2014) e Peeva (2013), os quais utilizaram um modelo de suporte para a seleção inteligente de dados de representações.

O desenvolvimento de um modelo para auxiliar na tomada de decisão e se obter êxito, tal como obtido neste estudo, também auxiliou Pizzi (2013), Yuen e Lau (2011), Azzeh, Neagu e Cowling (2011), Peixi e Jing (2011), Akinnuwesi, Uzoka e Osamiluyi (2013) e Hussain et al. (2014), quando utilizaram a mesma lógica deste trabalho, para classificar a qualidade de softwares.

No tocante ao agrupamento de dados, obteve-se êxito tal qual para auxiliar o gestor da marmoraria, assim como Lin et al. (2014), utilizando da lógica para facilitar centros menores de entrada de dados, sendo forçados a derivar para maiores agrupamentos adjacentes facilitando a resposta inquirida. Para um ambiente com muitas entradas de dados subjetivos, como uma marmoraria, a lógica fuzzy é recomendável para se estudar como se modificam as variáveis e como o resultado é interferido ao se alterar um fenômeno.

Neste trabalho, desenvolveu-se uma ferramenta que se utilizada pela gestão de qualquer marmoraria poupará tempo e divisas por diminuir afastamentos, prevenir acidentes, aumentar a competitividade e lucros no ramo lapidário.

Assim, fica evidenciado o sucesso deste trabalho ao utilizar a lógica fuzzy para a criação de um instrumento de auxílio à decisão quanto ao conforto laboral de colaboradores de marmorarias.

O presente estudo atendeu o objetivo geral, que foi desenvolver um modelo fundamentado em lógica fuzzy com o intuito de dar apoio à tomada de decisão

pelos gestores de marmorarias, no tocante a tornar este ambiente de labor um local mais adequado para se trabalhar.

A análise de apoio à tomada de decisão legitimou o uso do modelo como contribuição às escolhas do gestor, através de um modelo de árvore de decisão do tipo *top-down*. O modelo permite que sejam analisadas situações isoladas, através dos indicadores secundários, terciários e quaternários, que influenciam na situação geral das condições de trabalho da empresa.

A lógica fuzzy possibilitou que se utilizem indicadores de avaliação de sistemas complexos e difusos, mostrando transparência ao longo das diferentes etapas da decisão. Uma das principais vantagens de se criar e utilizar este modelo baseado em fuzzy é que este método propõe uma métrica de atribuições de valores para ponderação linguística dos indicadores com suas funções de pertinência, que abastecem os blocos de regras.

O modelo gera indicadores de conforto e de segurança no labor, facilitando o entendimento a respeito da atribuição de valores de entrada, permitindo ajustar graus de influência sobre os resultados de indicadores temáticos parciais. O modelo foi validado em uma marmoraria localizada na região do Planalto Norte Catarinense, que revelou condições inadequadas de trabalho, sendo o nível de ação estipulado como imediato para correções do ambiente de trabalho. A análise de sensibilidade do sistema permitiu avaliar qual o impacto das melhorias na nota final da situação de trabalho.

Fuzzy modeling to support decision making on the working conditions in marble factories

ABSTRACT

OBJECTIVE: To develop a model based on fuzzy logic, with the purpose of supporting the decision making by the managers of marble factory, in order to make this work environment a more suitable place to work.

METHODS: In order to elaborate the model, basic knowledge of ergonomics was used in relation to noise, dust, vibration and illumination situations, based on regulatory norms (NR) elaborated by the Ministry of Labor and Employment (MTE) and approved by the Occupational Health Medical Control Program (PCMSO) with the objective of promoting and preserving workers' health. A case study was applied in a marble work located in the northern plateau of Santa Catarina state. Guided by the theoretical reference of Iida, Kroemer and Grandjean (2005), this study evaluated the existing ergonomic conditions, considering the ideal conditions to work in the lapidary branch.

RESULTS: The model presented numerical results, through the use of qualitative-quantitative input variables, which are the motto of fuzzy logic.

CONCLUSIONS: As a result, the analysis of supporting decision-making legitimized the use of the model as a contribution to the choices of the manager, through a decision tree model top-down.

KEYWORDS: Support for decision making. Fuzzy logic. Marble factory. Ergonomics. Work safety.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de estudo cedidas, e também aos professores Dr. Pio Campos Filho e Dr. Renato de Mello pelos ensinamentos em lógica Fuzzy.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.

ACAMPORA G.; VITIELLO A. Interoperable neuro-fuzzy services for emotion-aware ambient intelligence. **Neurocomputing**, v. 122, p. 3-12, dez. 2013. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231213005766>>.

Acesso em: 15 jan. 2016. 

AKINNUWESI, B. A.; UZOKA, F.; OSAMILUYI, A. O. Neuro-fuzzy expert system for evaluating the performance of distributed software system architecture. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 9, p. 3313-3327, Jul. 2013. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412012808>>.

Acesso em: 20 dez. 2016. 

ALVAREZ, R. D.; WRIGHT JR.; T. C. Increased detection of high-grade cervical intraepithelial neoplasia utilizing an optical detection system as an adjunct to colposcopy. **Gynecologic Oncology**, v. 1, n. 106, p. 23-28, May 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17481702>>. Acesso em: 04 mar.

2017. 

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO/CIE 8995-1: iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:

<<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=196479>>. Acesso em: 13 dez.

2016.

AZZEH, M.; NEAGU, D.; COWLING, P. I. Analogy-based software effort estimation using Fuzzy numbers. **The Journal of Systems and Software**, v. 84, n. 2, p. 270-284, fev. 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121210002669>>.

Acesso em: 08 fev. 2017. 

BARBOSA, A. **Estudo do ambiente de trabalho em uma fábrica de ônibus: proposta de organização do trabalho em uma empresa semi-artesanal**. 2009.

207 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BITTENCOURT, M. **Avaliação de aspectos ambientais em canteiros de obras.** 2012. 246 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BON, A. M. T. **Exposição ocupacional à sílica e silicose entre trabalhadores de marmorarias, no município de São Paulo.** 2006. 323 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Decreto Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. **Diário Oficial da União**, 09 ago. 1943. p. 11937. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm>. Acesso em: 14 ago. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria GM nº 3.214, de 8 de junho de 1978. **Diário Oficial da União**, 06 jul. 1978a. Disponível em: <<http://www.pncq.org.br/uploads/2012/09/NR-17.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

CAMPOS FILHO, P. **Método para apoio à decisão na verificação da Sustentabilidade de uma unidade de Conservação, usando lógica fuzzy.** 2004. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CHAVES, L. E. **Modelos computacionais fuzzy e neuro-fuzzy para avaliarem os efeitos da poluição do ar.** 2013. 113f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/105352?locale-attribute=es>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

CHICLANA F. et al. Fuzzy decision-making and consensus: new trends and real-life applications. **Applied Soft Computing**, v. 35, p. 789-791, Oct. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494615004834>>. Acesso em: 14 jan. 2017. 

CORCOLL-SPINA, CO. **Lógica fuzzy: reflexões que contribuem para a questão da subjetividade na construção do conhecimento matemático.** 2010. 165 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

COSTA, V. et al. Saúde e trabalho na visão de trabalhadores da estiva do Porto Ferroviário, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 4, p. 1207-1216, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232015000401207&script=sci_abstract&tIng=pt>. Acesso em: 18 dez. 2016.



CZIBULA, G; CZIBULA, I. G.; GACEANU, R. D. A support vector machine model for intelligent selection of data representations. **Applied Soft Computing**, v. 18, p. 70-81, May 2014. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494614000453>>.

Acesso em: 22 nov. 2016. 

DOMINGOS, J. C. **Proposta de um procedimento de programação on-line da produção de sistemas flexíveis de manufatura baseado em lógica fuzzy**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

EXCEL. Disponível em: <<https://products.office.com/pt-br/excel>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

FOGHAHAAYEE, N. H.; MENHAJ, M. B.; TORBATI, H. M. Fuzzy decision support software for crisis management in gas transmission networks. **Applied Soft Computing**, v. 18, p. 82-90, May 2014. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494614000386>>.

Acesso em: 18 nov. 2016. 

FuzzyTECH. Disponível em: <<http://www.fuzzytech.com/>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

HUSSAIN, S. et al. Comfort-based fuzzy control optimization for energy conservation in HVAC systems. **Control Engineering Practice**, v. 32, p. 172-182, Nov. 2014. 

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

JETSON RONALD, A.; LAI, C. G.; PAPAGEORIOU, A. S. Surface waves in strong-motion records and their importance for engineering applications. **Geophysical Research Abstracts**, v. 14, p. 1706, 2012. Disponível em:

<<http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2012/EGU2012-1706.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LEITE, C. R. M. et al. A fuzzy model for processing and monitoring vital signs in ICU patients. **BioMedical Engineering Online**, v. 10, n. 68, p. 1-17, 2011. Disponível em: <<https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-925X-10-68>>. Acesso em: 11

dez. 2016. 

LIN, P. L. et al. A size-insensitive integrity-based fuzzy c-means method for data clustering. **Pattern Recognition**, v. 47, n. 5, p. 2042-2056, May 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320313005177>>. Acesso em: 18 nov. 2016. 

LUZ, C. M. **O trabalho na produção de refeições as doenças venosas de membros inferiores**. 2006. 235 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

METIN, E. A. Proposal on occupational accident risk analysis: a case study of a Marble Factory. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 21, n. 8, p. 33-65, Mar. 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039.2015.1017878>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

METIN, E.; YESILKAYA, L. Comparison of the occupation safety application in marble quarries of Carrara (Italy) and Iscehisar (Turkey) by using Elmeri. Internation. **Journal of Injury Control and Safety Promotion**, v. 23, n. 1, p. 45-62, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25358899>>. Acesso em: 25 out. 2016.

MORAES, G. A. (Org.). **Normas regulamentadoras comentadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde, 2007.

PAULA, R. G. **Caracterização técnico-jurídica da insalubridade e periculosidade e sua aplicação na gestão de segurança em pedreiras**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PEEVA, K. Resolution of fuzzy equations: method, algorithm and software with applications. **Information Sciences**, v. 234, p. 44-63, June 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025511001794>>. Acesso em: 14 jan. 2017. 

PEIXI, W.; JING, Z. Application and design of fuzzy intelligent evaluation software for sand production and steam channeling prediction of steam injection well. **Procedia Engineering**, v. 24, p. 546-550, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811055457>>. Acesso em: 15 fev. 2016. 

PIZZI, N.J. A fuzzy classifier approach to estimating software quality. **Information Sciences**, v. 241, p. 1-11, Aug. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025513003319>>. Acesso em: 12 fev. 2016. 

RAMMINGER, T. Ampliando o diálogo entre trabalhadores e profissionais de pesquisa: alguns métodos de pesquisa-intervenção para o campo da Saúde do Trabalhador. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, p. 3191-3202, nov. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232013001100010>. Acesso em: 30 nov. 2016. 

RIGNEL, D. G. S.; CHENCI, G. P.; LUCAS, C. A. Uma introdução a lógica fuzzy. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, v. 1, n. 1, p. 17-28, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/resiget/article/view/153>>. Acesso em: 13 set. 2017.

SAMPAIO, J. S. et al. Prevalência de sintomas respiratórios e medida de pico de fluxo expiratório de funcionários de marmorarias na cidade de São Paulo. **Revista Científica Linkania Junior**, v. 1, n. 1, set./out. 2011. Disponível em: <<http://linkania.org/junior/article/view/10>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

SANTOS, A. M. A. et al. **Marmoraria: manual de referência**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2008.

SANTOS, A. M. et al. Características da exposição ocupacional a poeiras em marmorarias da cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 32, n. 116, p. 11-23, abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572007000200003&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 08 nov. 2016. 

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. **Controle e modelagem fuzzy**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

SÎRB, L. The implications of fuzzy logic in qualitative mathematical modeling of some key aspects related to the sustainability issues around “Rosia Montană Project”. **Procedia Economics and Finance**, v. 6, p. 372-384, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113001512>>. Acesso em: 04 out. 2016. 

SOUZA, V. C. **Diagnóstico do setor de rochas ornamentais e de revestimento do Estado de Pernambuco**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SULTAN, K.; BENTAHAR, J.; EL-MENSHAWY, M. Model checking probabilistic social commitments for intelligent agente communication. **Applied Soft Computing**, v. 22, p. 397-409, Sept. 2014. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494614001793>>.

Acesso em: 08 fev. 2017. 

TUTMEZ, B.; KAHRAMAN, S.; GUNAYDIN, O. Multifactorial fuzzy approach to the sawability classification of building stones. **Construction and Building Materials**, v. 21, n. 11, p. 1672-1679, Aug. 2007. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061806002029>>.

Acesso em: 04 out. 2016. 

VILELA, R. A. G.; ALMEIDA, I. M.; MENDES, R. W. B. Da vigilância para prevenção de acidentes de trabalho: contribuição da ergonomia da atividade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 10, p. 2817-2830, out. 2012. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012001000029)

[81232012001000029](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012001000029)>. Acesso em: 03 nov. 2016. 

VILLAROUCO, V.; ANDRETO, L. F. M. Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído. **Produção [online]**, v. 18, n. 3, p. 523-539, set./dez. 2008. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132008000300009&script=sci_abstract&tlng=pt)

[65132008000300009&script=sci_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132008000300009&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 18 dez. 2016.



YAGUINUMA, C. A. **Processamento de conhecimento impreciso combinando raciocínio de ontologias fuzzy e sistemas de inferência fuzzy**. 2013. 177 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2013.

YANG, L.; ZHOU, X.; GAO, Z. Credibility-based rescheduling model in a double-track railway network: a fuzzy reliable optimization approach. **Omega**, v. 48, p. 75-93, Oct. 2014. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048313001151>>.

Acesso em: 02 mar. 2017. 

YUEN, K. K. F.; LAU, H. C. W. A fuzzy group analytical hierarchy process approach for software quality assurance management: fuzzy logarithmic least squares method. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 10292-10302, Aug. 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411002636>>.

Acesso em: 02 mar. 2017. 

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-53, June 1965.

Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001999586590241X>>.

Acesso em: 11 set. 2017. 

Recebido: 06 mar. 2017.

Aprovado: 08 set. 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbqv.v9n4.5646>.

Como citar:

BARON, L. G. et al. Modelagem fuzzy para apoio à tomada de decisão sobre as condições de trabalho em marmorarias. **R. bras. Qual. Vida**, Ponta Grossa, v. 9, n. 4, p. 327-349, out./dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbqv/article/view/5646>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Luis Gustavo Baron

Estrada Dona Francisca, número 8001, Bela Aliança, São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

