

PRO-FUZZY: UMA ABORDAGEM FUZZY PARA PRIORIZAÇÃO DE RISCOS

MARCO ANTONIO GARCEZ DA SILVA¹; LUIS ANTONIO DOS SANTOS FRANZ²; RENATA REISER³; RENATA HEIDTMANN BEMVENUTI⁴;

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – marcogczz@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – luisfranz@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – reiser@inf.ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – reheidtmann@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A lógica *Fuzzy*, diferente da lógica booleana, que admite apenas valores booleanos (verdadeiro ou falso), trata de valores que variam entre 0 e 1. Assim, uma pertinência de 0,5 pode representar meio verdade, logo 0,9 e 0,1, representam quase verdade e quase falso, respectivamente. Cabe destacar também a parte da teoria que trata de inferência, variáveis linguísticas e o processo de fuzzificação e defuzzificação, conceitos extremamente importantes e usados para resolver diversos tipos de problemas em diversas áreas de estudo (SILVA et al, 2019).

De acordo com dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (OSST), no ano de 2021 foram registrados um total de 153,3 mil concessões de benefícios por acidentes de trabalho. (OSST, 2021).

Nesse sentido, a Inteligência Artificial (IA), através da Lógica *Fuzzy*, pode contribuir como uma ferramenta promissora e aliada para prevenção de acidentes de trabalho, uma vez que permite o processamento de informações incertas e/ou imprecisas de acordo com seu treinamento prévio, via entrada-saída de dados (SILVA, FRANZ, BEMVENUTI, 2022).

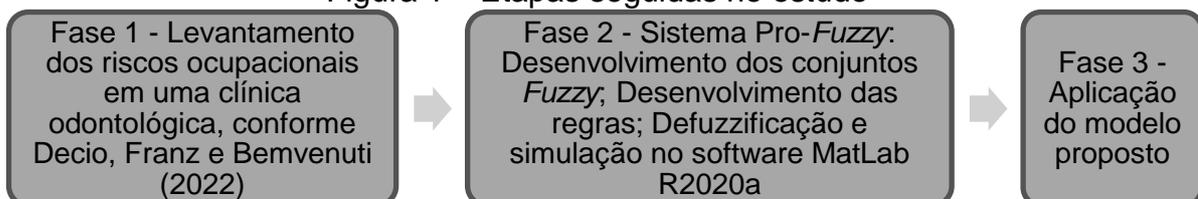
Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo desenvolver e aplicar um modelo *Pro-Fuzzy* para predizer a prioridade de implantação de medidas preventivas em uma atividade profissional considerando a incerteza inerente a duas variáveis de entrada, o nível de risco e a existência de prevenção.

2. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho classifica-se como aplicada, quanto à natureza, qualitativa, quanto à abordagem, exploratória e descritiva, quanto aos objetivos e trata-se de um estudo de caso (GIL, 2002).

O processo metodológico dessa pesquisa ocorreu em três fases, conforme Figura 1.

Figura 1 – Etapas seguidas no estudo



Fonte: Proprio autor (2022)

O levantamento dos riscos ocupacionais no procedimento de restauração dentária foi feito anteriormente a este trabalho por Decio, Franz e Bemvenuti, (2022).

O Sistema Pro-Fuzzy foi desenvolvido através do software MatLab R2020a versão 9.8, sendo utilizado o método de Mamdani (1975), que ocorre em três etapas (Cox, 1995, *apud* ARAUJO et al 2019).

Na primeira delas, realiza-se a “fuzzificação”, na qual os dados são convertidos em variáveis linguísticas. Após (segunda etapa), são desenvolvidas as regras de “Inferência” do tipo “se-então”, com objetivo de comparar entre si as prováveis variáveis por meio de normas preestabelecidas,

Para a “defuzzificação” (terceira etapa) foi utilizado o método do Centro de Gravidade, também conhecido como Centroide ou Centro de Área, que considera todas as possibilidades de saída, transformando o conjunto Fuzzy originado pela inferência em valor numérico (LEITE, FITELI, SILVA, 2010).

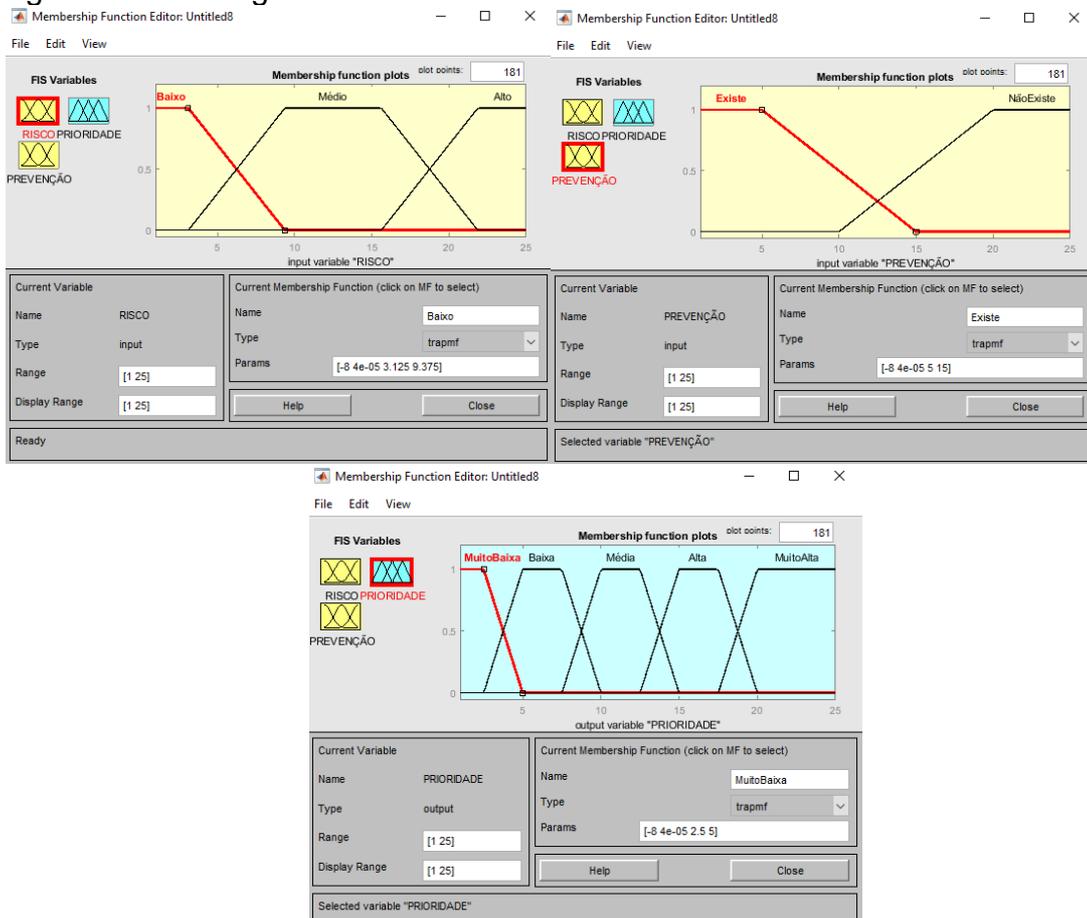
A aplicação do modelo proposto foi realizada para auxiliar no processo de tomada de decisão sobre a prioridade de medidas protetivas no ambiente de trabalho odontológico (Decio, Franz e Bemvenuti, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fuzzificação

Os dados de entrada: nível de risco e existência de prevenção foram convertidos nas variáveis linguísticas baixo, médio, alto; e existe, não existe, respectivamente. A variável de saída foi prioridade de intervenção: muito baixa, baixa, média, alta, muito alta. A Figura 2 mostra a modelagem das variáveis de entrada e saída do sistema Pro-Fuzzy.

Figura 2 - Modelagem das variáveis de entrada e saída do sistema Pro-Fuzzy



Fonte: Próprio autor (2022)

3.2 Regras de “Inferência”

Na “inferência” *Fuzzy*, ocorre a aplicação das regras, na qual são comparadas entre si as prováveis variáveis (Quadro 1).

Quadro 1 – Regras do sistema Pro-Fuzzy

<i>If (RISCO is Baixo) and (PREVENÇÃO is Existe) them (PRIORIDADE is MuitoBaixa)</i>
<i>If (RISCO is Baixo) and (PREVENÇÃO is NãoExiste) them (PRIORIDADE is Média)</i>
<i>If (RISCO is Médio) and (PREVENÇÃO is Existe) them (PRIORIDADE is Baixa)</i>
<i>If (RISCO is Médio) and (PREVENÇÃO is NãoExiste) them (PRIORIDADE is Alta)</i>
<i>If (RISCO is Alto) and (PREVENÇÃO is Existe) them (PRIORIDADE is Média)</i>
<i>If (RISCO is Alto) and (PREVENÇÃO is NãoExiste) them (PRIORIDADE is MuitoAlta)</i>

Fonte: Próprio autor (2022)

3.3 Defuzzificação

Após inserir todas as entradas e aplicar as regras, o sistema Pro-Fuzzy apresenta um valor numérico, no qual é transformado em uma variável linguística de saída, como foi citado anteriormente. A estratégia adotada para classificar a prioridade de intervenção foi utilizar a porção da variável linguística que apresentava maior área correspondente a saída.

Quadro 2 – Defuzzificação dos dados

Riscos no procedimento de restauração dentária	NR*	Existência de prevenção	Prioridade de intervenção
Ruído - perda auditiva (canetas de alta e baixa rotação, micromotor, sugador, compressor de ar)	8 (médio)	Não	Alta (15)
Radiações ionizantes - câncer (aparelho de raio x)	6 (baixo)	Sim	Muito Baixa (5)
Radiação não ionizante - catarata e problemas de retina (fotopolimerizador, lasers)	6 (baixo)	Não	Média (13,6)
Vibrações - síndrome da vibração mão/braço (caneta de alta e baixa rotação, ultrassom)	9 (médio)	Não	Alta (15,9)
Agente químico em contato com – pele - dermatite de contato alérgica (produtos químicos em geral, clorexidina, glutaraldeído, hipoclorito de sódio, ácidos)	6 (baixo)	Sim	Muito Baixa (5)
Vírus, bactérias, fungos - Contaminação biológica (gotículas e aerossóis gerados, respingos da lavagem nas mucosas, olhos, nariz)	12 (médio)	Sim	Baixa (6,25)
Atividades estressantes - Desconforto psicológico (ritmo excessivo, falta de planejamento)	4 (baixo)	Não	Média (12,1)
Posturas inadequadas - Distúrbios osteomusculares (procedimentos que exijam repetição de movimentos ou posturas inadequadas)	6 (baixo)	Não	Média (13,6)
Materiais e instrumentos perfuro-cortantes - Lesão dérmica (agulhas, lâminas de bisturis, instrumentos afiados)	4 (baixo)	Não	Média (12,1)
Materiais e instrumentos perfuro-cortantes – Queda nos pés (agulhas, lâminas de bisturis, instrumentos afiados)	4 (baixo)	Não	Média (12,1)
Temperaturas elevadas – Queimaduras	6 (baixo)	Não	Média (13,6)

Fonte: Próprio autor (2022).

4. CONCLUSÕES

Através do estudo apresentado, conclui-se que a ferramenta *Fuzzy* é uma alternativa viável para prevenção de riscos ocupacionais no ambiente de trabalho. O modelo *Pro-Fuzzy* desenvolvido permitiu visualizar aqueles riscos que devem ter uma atenção maior em prevenção, evitando assim danos à segurança e saúde do trabalhador.

Observando os resultados encontrados, nota-se a importância da existência de medidas de prevenção. Para todos os tipos de perigo que possuem medidas de prevenção, o sistema *Pro-Fuzzy* apontou como muito baixa ou baixa a prioridade de intervenção, mesmo em casos que apresentam um nível de risco alto, pois já há alguma ação sendo feita para evitar que esses danos afetem o trabalhador. Porém, quando não há a existência de medidas de prevenção, uma atenção maior deve ser voltada para esses perigos, pois a prioridade de intervenção vai ser no mínimo média, mesmo com o nível de risco sendo um valor baixo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, A.C. et al. Avaliação de segurança em empresas da construção civil: uma aplicação da lógica *Fuzzy*. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.33-56, 2019.
- COX, E.D. ***Fuzzy logic for business and industry***. Massachusetts: Charles River Media INC, 1995.
- DECIO, A.L.H.; FRANZ, L.A.S.; BEMVENUTI, R.H. Implantação de um Programa de Gerenciamento de Riscos Ocupacionais em uma Clínica Odontológica. **Revista Produção Online**, Campinas-SP, (no prelo), 2022.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa (4ª ed.)**. São Paulo: Atlas. 2002.
- GOMIDE, F.A.C.; GUDWIN, R.R. Modelagem, Controle, Sistemas e Lógica *Fuzzy*. **SBA Controle & Automação**, Campinas-SP, v.4, n.3, p.97-115, 1994.
- LEITE, M.S.; FITELI, A.M.F.; SILVA, F.V. Desenvolvimento e aplicação experimental de controladores *fuzzy* e convencional em um bioprocessamento. **Revista Controle & Automação**, Campinas-SP, v.21, n.2, p.147-158, 2010.
- MAMDANI, E.H.; ASSILIAN, S. An experiment in linguistic synthesis with a *fuzzy* logic controller. **Int. J. Man-Machine Studies**, London-UK, v.7, p.1-13, 1975.
- OSST – **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho**. Brasil, 2021. Acessado em 15 jul. 2022. Online. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>
- SILVA, L.M.; SILVA, E.J.A.; FERREIRA, L.F.; GONÇALVES, R.M.; SILVA, B.Q. Estado da arte dos fundamentos e ideias da Lógica *Fuzzy* aplicada as Ciências e Tecnologia. **Revista Brasileira de Geomática**, Curitiba-PR, v.7, n.3, p.149-169, 2019.
- SILVA, M.A.G.; FRANZ, L.A.S.; BEMVENUTI, R.H. Aplicação da lógica *Fuzzy* na segurança e saúde do trabalho. **Relainep**, Curitiba-PR, (no prelo), 2022.