

Revista Eletrônica
Paulista de Matemática

ISSN 2316-9664
v. 26, 2025
Artigo de Pesquisa

Aline Tiemi Terasawa

Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências
(FC), Bauru

Luiz Henrique da Cruz Silvestrini

Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências
(FC), Bauru,
lh.silvestrini@unesp.br

Ana Claudia de Jesus Golzio

Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências e
Engenharia (FCE), Tupã

Modelo fuzzy para aferir a suscetibilidade de jovens em relação à desinformação

Fuzzy model to check the susceptibility of young people in relation to misinformation

Resumo

Conhecidas como *fake news*, as várias formas de desinformação tornaram-se uma grande vulnerabilidade do mundo atual. Elas podem influenciar, moldar ou distorcer a nossa percepção do que é real. Neste trabalho apresentamos um Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF) com o objetivo de estabelecer uma modelagem adequada que permite inferir o quão suscetível, no sentido de acreditar e/ou compartilhar, uma pessoa pode estar diante de uma *fake news*. Para isso utilizamos os dados coletados a partir de formulários online de participantes de um dos módulos do Projeto “Inteligência Artificial: da Lógica às Humanidades” apoiado pelo CNPq. Os dados foram utilizados para alimentar um modelo *fuzzy* que permite inferir o grau de suscetibilidade em relação à desinformação dos participantes. Os resultados mostraram que em uma amostra de 42 participantes do projeto, apenas 9,5% têm um alto grau de contaminação por *fake news*. A validade interna do modelo foi verificada comparando os resultados do SBRF com a análise manual do especialista.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy. Fake news. Sistema Baseado em Regras Fuzzy. Notícias falsas.

Abstract

Known as *fake news*, the various forms of misinformation have become a major vulnerability in today’s world. They can influence, shape or distort our perception of what is real. In this work, we present a Fuzzy Rule Based System (FRBS) with the objective of establishing an appropriate modeling that allows inferring how susceptible, in terms of believing and/or sharing; a person may be when faced with fake news. To do this, we use data collected from online forms from participants in one of the Project modules titled “Artificial Intelligence: from Logic to Humanities” supported by CNPq. The data was used to feed a fuzzy model that allows inferring the participants’ degree of susceptibility to misinformation. The results showed that in a sample of 42 project participants, only 9.5% had a high degree of contamination by “fake news”. The internal validity of the model was verified by comparing the SBRF results with the expert’s manual analysis.

Keywords: Fuzzy Logic. Fake News. FRBS. Misinformation.



1 Introdução

As *fake news* podem ser vistas como informações deliberadamente falsas, distorcidas ou descontextualizadas que são disseminadas com o objetivo de enganar, desinformar ou manipular o público. Os perigos das *fake news* são inúmeros e afetam diversos aspectos da sociedade, desde a política até a saúde pública. Assim, é imprescindível saber identificar quando se está diante de uma desinformação.

Uma *fake news* possui 70% mais chances de ser propagada do que notícias verídicas (Vosoughi; Roy; Aral, 2018), pois informações falsas acabam circulando com mais velocidade e alcance do que fatos. Quando tratamos de política, as notícias falsas se propagam três vezes mais rápido.

Um dos agravantes é que as pessoas tendem a acolher aquelas informações que apoiem ou confirmem suas crenças, e rejeitar informações que as contradizem, independente delas serem verdadeiras ou não. Assim, as *fake news*, ou ainda, fatos alternativos, factoides e pós-verdades moldam ou distorcem a percepção do que é real, afetando a imagem de pessoas, organizações, instituições e até mesmo colocando a vida humana em risco.

Outro ponto é que o mecanismo de funcionamento das redes sociais acaba sendo um facilitador para a propagação das *fake news*, pois a quantidade de cliques que uma publicação recebe pode gerar monetização para o autor da postagem, mesmo que o conteúdo não seja verdadeiro. Assim, além de influenciar pessoas e linhas de pensamento, as notícias falsas ainda são, em alguns casos, lucrativas para seus fabricantes.

De acordo com a NBC News, durante a campanha eleitoral de 2016, jovens da cidade de Veles, na Macedônia, produziram notícias sensacionalistas e falsas a respeito da Hillary Clinton e Donald Trump, com o objetivo de capitalizar o entusiasmo dos eleitores estadunidenses e obtiveram ganhos em torno de US\$ 60 mil ao longo de 6 meses com publicidade *penny-per-click* ou ganho por clique (Froehlich, 2017).

De acordo com Barcelos et al. (2021), as *fake news* divulgadas durante os primeiros 6 meses da pandemia de COVID-19 no Brasil se caracterizaram por conteúdos de posicionamento político e desinformação sobre número de casos, óbitos, medidas de prevenção e de tratamento.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) também destaca que além da pandemia do coronavírus, existiu um outro tipo de surto, uma *infodemia*, caracterizada como o excesso de informação, que também apresenta um potencial risco à saúde.

De acordo com um estudo da Avaaz (2021), 9 em cada 10 brasileiros entrevistados no Brasil viram pelo menos uma informação falsa sobre a COVID-19, e 7 em cada 10 brasileiros entrevistados acreditaram em, ao menos, um conteúdo desinformativo sobre a pandemia.

Assim, as notícias falsas disseminadas durante a pandemia da COVID-19 no Brasil tiveram o potencial de influenciar o comportamento da população, podendo ter, inclusive, prejudicado sua adesão aos cuidados comprovados pela ciência.

Diante deste cenário, iniciativas se fazem necessárias para o combate às *fake news*. Uma dessas iniciativas é o desenvolvimento de habilidades de argumentação e pensamento crítico, utilizadas para identificar esse tipo de notícia e ainda, reduzir o seu impacto nos valores pessoais e nas crenças sociais. Segundo Carnielli e Epstein (2019), o pensamento crítico é a maneira mais bem sucedida e confiável de se pensar, e também, o método que conduz às respostas e soluções mais confiáveis para questões com maior complexidade, que não se limita a ciência, mas a todos os aspectos da vida e da sociedade.

Combater as *fake news* não é uma tarefa trivial, uma vez que quando elas se espalham é difícil conter sua natureza viral, por isso para combatê-las é crucial que as pessoas sejam conscientiza-

das sobre como identificar informações falsas e como verificar as fontes. Além disso, é crucial que as plataformas de mídia social e as autoridades reguladoras tomem medidas para combater a disseminação de informações falsas. Nesta perspectiva, ações visando o esclarecimento e a educação sobre o uso de redes sociais de forma consciente são fundamentais para proteger a sociedade contra os perigos das *fake news* e para manter uma sociedade bem informada e saudável.

Ainda, visando contribuir para o combate à desinformação, neste trabalho, apresentamos um modelo baseado em lógica *fuzzy* que permite inferir o quão suscetível, no sentido de acreditar e/ou compartilhar, uma pessoa pode ser diante de uma notícia falsa.

O uso da lógica *fuzzy* nos possibilita incorporar uma certa imprecisão a um problema. De acordo com Golzio *et al.* (2021), ao longo dos anos houve um crescimento exponencial do interesse da comunidade científica em aplicar a teoria dos conjuntos *fuzzy*.

Assim, construímos um modelo a partir de um Sistema Baseado em Regras *Fuzzy* (SBRF) para analisar dados sobre *fake news*, tais como: capacidade de reconhecer uma desinformação, compartilhamento de notícias falsas, tempo em redes sociais e uso de fontes de informações diversificadas. O modelo nos permitiu identificar o grau de contaminação por *fake news* dos participantes descritos na Seção 2.3 e de acordo com a análise dos dados extraídos em Silvestrini *et al.* (2021a, 2021b).

Na próxima seção apresentaremos este modelo detalhadamente, bem como uma breve introdução aos principais conceitos da teoria dos conjuntos *fuzzy*.

2 O modelo

2.1 Principais conceitos

Na década de 60, Zadeh (1965) propôs a teoria dos conjuntos *fuzzy*, caracterizada como uma teoria alternativa a dos conjuntos usuais e menos rígida do que o habitual. Em sua proposta, a mudança da pertinência para não pertinência de um elemento do universo no conjunto, acontece de forma gradual e não abrupta.

Em um conjunto *fuzzy*, para cada elemento do universo de discurso, corresponde um grau de pertinência dele no conjunto, dado por um número real entre 0 e 1, e esses conjuntos podem ser representados como conjuntos de pares ordenados, em que o primeiro elemento do par pertence ao universo de discurso, e o segundo é o grau de pertinência do primeiro elemento no conjunto.

Assim, seja X um universo de discurso, um conjunto *fuzzy* A em X é definido por uma função $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$, tal que $[0, 1]$ é um intervalo de números reais e a função μ_A indica o grau de pertinência de x no conjunto *fuzzy* A , ou seja, cada elemento de X é mapeado, pela função μ_A em um valor entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, maior é o grau de pertinência do elemento de X ao conjunto A . Podemos indicar um subconjunto *fuzzy* A de X por um conjunto de pares ordenados, do seguinte modo:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\}$$

Apesar de usualmente utilizarmos o intervalo $[0, 1]$ de números reais como contradomínio de uma função *fuzzy*, também é possível assumir como contradomínio estruturas algébricas mais gerais, como reticulados, semigrupos, entre outras.

Na lógica *fuzzy*, a expressão “ x é F ”, denota uma relação que associa cada elemento x do domínio V a um termo predicado *fuzzy* F , o qual tem seu valor dado por um conjunto *fuzzy*, com universo de discurso X , possivelmente distinto de V , tal expressão é chamada proposição (ou sentença) *fuzzy*.

Por exemplo, ao afirmar “Giovanna é baixa” o predicado “baixa” se faz vago e deve ser resgatado por um conjunto *fuzzy*. Seja F um subconjunto *fuzzy* de V , com universo X . Dizemos que F é uma restrição *fuzzy* sobre V se:

$$F = \{(x, \mu_F(x)) : x \in V\}.$$

A questão atual, de como selecionar informações relevantes a partir de dados, tem esbarrada em limitações das abordagens que existem, abordagens essas baseadas em lógicas bivalentes, para o processamento de uma linguagem natural. Portanto, ao lidarmos com essa questão utilizando a lógica *fuzzy* torna-se exequível a manipulação de dados e a execução de inferências considerando um universo de discurso maior do que o que seria possível utilizando lógicas bivalentes como a lógica clássica.

A partir dos conjuntos *fuzzy*, cresce a possibilidade de interpretar fenômenos imprecisos e não quantitativos e a necessidade de buscar mecanismos de inferências através desses dados. Um destes mecanismos é o SBRF (Sistema Baseado em Regras *fuzzy*) (Barros; Bassanezi, 2006). Um SBRF consiste em quatro módulos conectados, sendo eles: (I) fuzzificação, (II) regras, (III) inferência e (IV) defuzzificação.

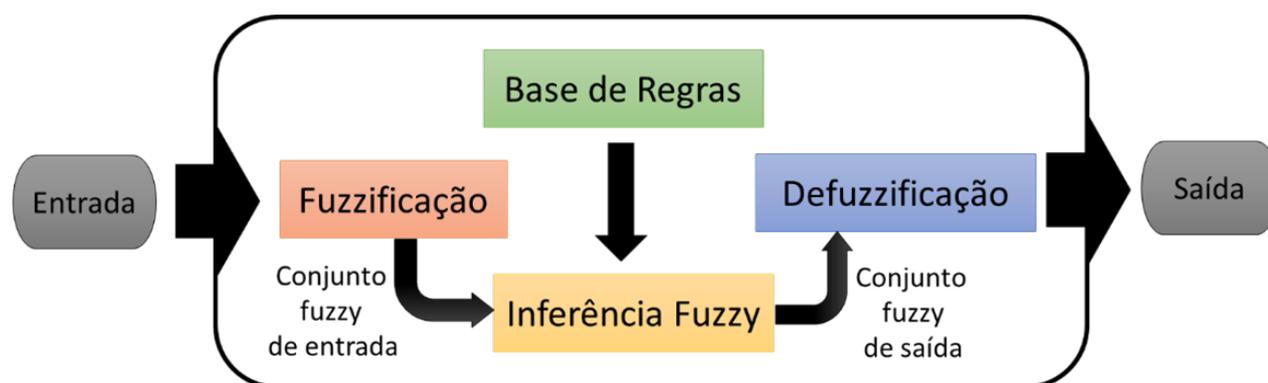


Figura 1: Etapas do Modelo SBRF

Em um sistema baseado em regras *fuzzy*, as entradas são valores precisos (crisp), não sendo valores do tipo *fuzzy*.

A etapa (I) de fuzzificação, é onde as entradas, mesmo que sejam valores precisos, são mapeadas pelas funções de pertinência estabelecidas durante a construção do sistema. As funções de pertinência para cada variável, podem ser de diversos tipos: triangular, trapezoidal, entre outras.

Em seguida, temos a etapa (II) caracterizada pelas regras do sistema, em que são estabelecidas regras do tipo “se-então”, ou seja, proposições envolvendo termos de variáveis linguísticas que são variáveis cujos valores são nomes de conjuntos *fuzzy*.

Ainda nesta etapa, podemos utilizar vários métodos de construção de regras. Para a presente pesquisa, utilizaremos o método Mamdani, introduzido por Mamdani e Assilian em 1975.

As regras do método Mamdani são do tipo:

- (i) Se x é A e y é B então z é C ;
- (ii) Se x é A ou y é B então z é C ;



(iii) Se x é A então z é C .

Vejamos um exemplo de regra do tipo (i): Se o atendimento é bom e a comida é boa, então a chance de gorjeta é alta.

A etapa (III) de inferência é onde cada proposição *fuzzy* é traduzida matematicamente através de técnicas da lógica *fuzzy*, é essa etapa que fornecerá a saída *fuzzy*, a partir de cada entrada.

Por último, a etapa (IV) de defuzzificação, é a etapa final do processamento, no qual o valor *fuzzy*, que foi obtido como resposta, passa por um processo de defuzzificação dos valores *fuzzy* obtidos como saída do processo e, então, temos novamente uma saída precisa (crisp).

Os conjuntos *fuzzy*, são bastante utilizados para construção de modelos computacionais de análise de dados que lidam com informações desse tipo.

2.2 O papel do especialista no SBRF

Em diversas etapas da construção de um SBRF se faz necessária a intervenção de um especialista. Por exemplo, é o especialista quem define o domínio das variáveis e define o tipo das funções de pertinência na etapa de fuzzificação. Também é o especialista quem define as regras de inferência e o método de defuzzificação que será aplicado ao modelo. Nesse contexto, o papel do especialista é fundamental na modelagem *fuzzy*.

Diante do papel do especialista, entendemos sua função e sua importância na modelagem, pois ele integra o conhecimento extraído de seu domínio e aquele induzido através de dados, o mesmo se mantém no controle de decisões nos níveis linguísticos e semânticos. Segundo Lima (2015), o especialista tem o papel de determinar qual é o ponto de equilíbrio e interpretar as inferências realizadas.

As restrições para que ocorra a modelagem é feita através dele, pois ele que preenche as lacunas onde não existe dados ou quando esses dados são incertos. O especialista confere e manipula dados do sistema computacional para se obter o resultado de melhor aproximação do meio tecnológico para o real.

Nesta investigação, optamos por priorizar a interoperabilidade do modelo, nela a participação do especialista promove benefícios, em detrimento à extração exclusiva dos dados, seja na promoção de uma semântica correta (uma vez que adotamos as regras com os consequentes também formados por termos linguísticos de Mamdani), seja nos julgamentos sobre o comportamento das saídas inferidas, o que acreditamos ser crucial na aplicação do modelo resultante.

De acordo com Jafelice, Barros e Bassanezi (2012), a característica principal do sistema tipo Mamdani é que tanto a condição quanto a ação são expressas por termos linguísticos e ele se destaca por ser mais intuitivo do que, por exemplo, Takagi-Sugeno, embora ambos são bastante utilizados em diversas pesquisas envolvendo SBRF.

2.3 O conjunto de dados

Para elaboração do trabalho, os dados foram coletados de participantes de um dos módulos do Projeto “Inteligência Artificial: da Lógica às Humanidades” apoiado pelo CNPq (processo n° : 440589/2020-7). Os integrantes do projeto formam um grupo chamado “IdeIA⁺” (Grupo Interdisciplinar de Divulgação e Educação em Lógica e Inteligência Artificial)¹. Os dados foram coletados a partir de formulários, elaborados através da ferramenta *Google Forms* da empresa

¹Site do IdeIA⁺: https://mov8.com.br/ideia_mais/

Google, respondidos pelos participantes do Módulo II denominado: “Conjuntos nebulosos, notícias falsas e modelagem computacional: uma abordagem divertida” que tinha como objetivo promover cursos que desenvolvessem habilidades de argumentação e pensamento crítico.

Os dados foram extraídos a partir das apresentações e publicações dos trabalhos de Silvestrini *et al.* (2021a, 2021b). Os dados foram provenientes de dois formulários: O primeiro formulário: “Eu sei identificar *fake news*?” permitiu verificar o conhecimento inicial dos participantes sobre as *fake news*. Neste formulário, os participantes tinham que classificar 10 postagens diferentes em verdadeiro ou falso e ao final responder quais destas 10 postagens eles gostariam de compartilhar em suas redes sociais.

O segundo formulário: “Meus meios de informação” permitiu identificar quais redes sociais os participantes mais utilizam, quais as suas fontes de informações preferidas e quanto tempo, em média, eles costumam passar em redes sociais. Neste formulário, a primeira questão é sobre quais redes sociais os participantes utilizam com mais frequência. As opções para respostas são: Facebook, WhatsApp, Youtube, Instagram, Facebook Messenger, LinkedIn, Pinterest, Twitter, TikTok, Snapchat, Telegram, Skype ou Nenhuma das opções. A segunda pergunta é sobre quantas horas os participantes costumam passar utilizando redes sociais por dia. As opções de resposta variavam de 0 a 24 horas. A terceira e última questão é sobre quais dos meios de informações, dentre internet, TV, rádio, jornais impressos, revistas, livros ou nenhuma das opções, os participantes costumam utilizar frequentemente.

Segundo Silvestrini *et al.* (2021a, 2021b), a aplicação dos formulários foi feita em dois momentos. A primeira aplicação ocorreu no mês de maio de 2021 e a segunda ocorreu no mês de junho de 2021. No total tivemos 11 participantes na primeira aplicação e 34 na segunda, totalizando 45 participantes, entretanto após limpeza dos dados, percebemos que alguns participantes responderam o mesmo formulário mais de uma vez, por isso o total de participantes foi reduzido para 42.

Os dados oriundos destes formulários foram utilizados para alimentar um sistema SBRF proposto neste trabalho. O modelo foi construído através do software Matrix Laboratory (Matlab®) criado por Clever Moler no fim dos anos 1970. Sua linguagem de programação de alto nível foi constituída por combinações de muitas linguagens, sendo as mais conhecidas “C”, “Java” e “Basic”. Apesar do seu nome significar “Laboratório de Matrizes” sua função é bem mais ampla podendo ser usado, também, para análise e visualização de dados. Dentro do programa há diversas extensões, bibliotecas auxiliares conhecidas como “toolbox”.

2.4 A construção do modelo *fuzzy* via Matlab®

Nosso modelo SBRF, denominado “Fake_News”, foi desenvolvido usando o *toolbox* “Fuzzy Logic Designer” do Matlab®.

2.4.1 Construindo as funções de pertinência de entrada

O SBRF tem quatro variáveis de entrada. A primeira denominada “Fake_News” se refere a quantidade de erros que o participante teve ao classificar em verdadeira ou falsa cada uma das dez postagens disponíveis no primeiro formulário.

A segunda variável de entrada, denotada por “Quant_RS” (Quantidade de Redes Sociais), refere-se à quantidade de redes sociais que o participante utiliza, variando de 0 a 12. A terceira variável de entrada, denotada por “Temp_RS” (Tempo em Redes Sociais), relaciona-se ao tempo que o participante utiliza suas redes sociais, podendo variar de zero a vinte e quatro horas. A quarta

variável de entrada, denotada por “Outros_Info” (“Outros meios de Informação”), compreende aos outros meios de informação que o participante utiliza como, por exemplo, livros, revistas, jornais, variando de 0 a 6 opções.

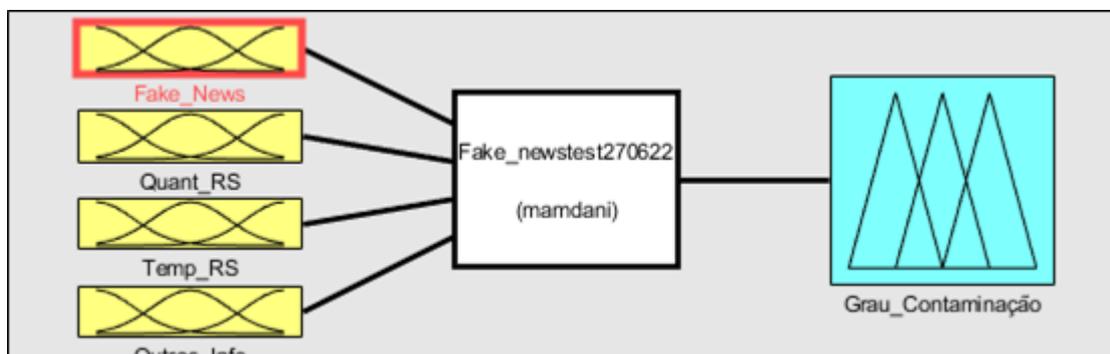


Figura 2: Sistema Baseado em Regras *Fuzzy* (SBRF) módulos.

Na Tabela 1 definimos as funções de pertinência da variável de entrada “Fake_News”:

CONJUNTO DE TERMOS	TIPO	DELIMITADORES
Baixo	Triangular	[0 0 5]
Médio	Triangular	[3 5 7]
Alto	Triangular	[5 10 10]

Tabela 1: Delimitadores de “Fake_News”

As funções de pertinência são do tipo triangular e foram classificadas em “Baixo”, “Médio” e “Alto” de acordo com a análise dos dados fornecidos. O domínio varia de zero a dez.

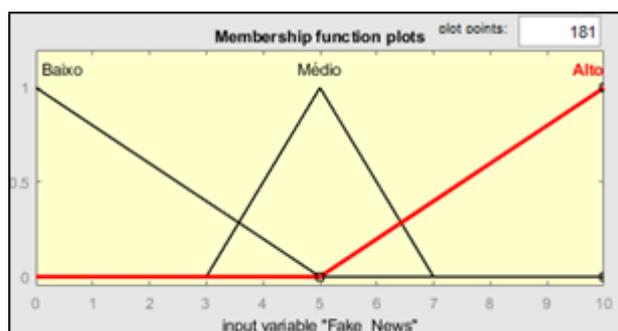


Figura 3: Delimitadores da variável de entrada “Fake_News”.

As funções de pertinência da variável de entrada “Quant_RS” são do tipo triangular e classificadas em “Baixo”, “Médio” e “Alto” de acordo com os dados fornecidos pelos participantes, seu domínio varia de zero a doze.

CONJUNTO DE TERMOS	TIPO	DELIMITADORES
Baixo	Triangular	[0 0 5]
Médio	Triangular	[4 5 6]
Alto	Triangular	[5 8 12]

Tabela 2: Delimitadores de “Quant_RS”.

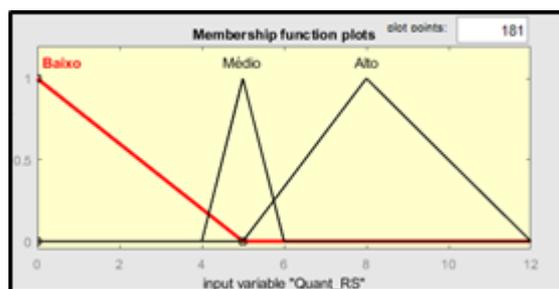


Figura 4: Delimitadores da variável de entrada “Quant_RS”.

Para a variável de entrada “Temp_RS”, ela possui as funções de pertinências de “Baixo” e “Médio” do tipo triangular, para “Alto” a sua função de pertinência é tipo trapezoidal e seu domínio varia de zero a vinte quatro horas.

CONJUNTO DE TERMOS	TIPO	DELIMITADORES
Baixo	Triangular	[0 0 3]
Médio	Triangular	[1 3 5]
Alto	Trapezoidal	[3 6 24 24]

Tabela 3: Delimitadores de “Temp_RS”.

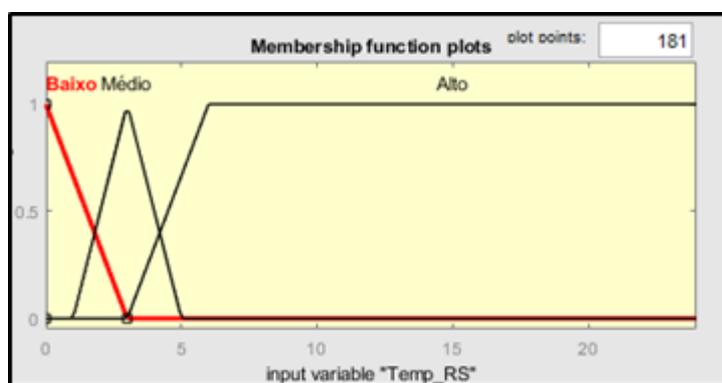


Figura 5: Delimitadores da variável de entrada “Temp_RS”.

Nossa quarta e última variável de entrada “Outros_Info”, possui suas funções de pertinência do tipo triangular e seu domínio varia de zero a seis.

CONJUNTO DE TERMOS	TIPO	DELIMITADORES
Baixo	Triangular	[0 0 2]
Médio	Triangular	[1 3 5]
Alto	Triangular	[4 6 6]

Tabela 4: Delimitadores de “Outros_Info”.

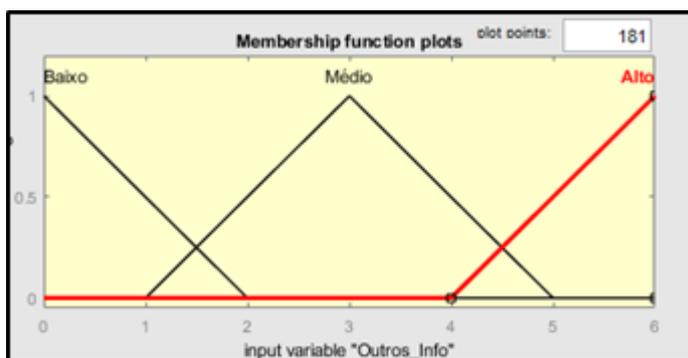


Figura 6: Delimitadores da variável de entrada “Outros_Info”.

2.4.2 Construindo as funções de pertinência de saída

Temos também uma variável de saída chamada “Grau_Contaminação”. Escolhemos a as funções de tipo triangular, pois foi o tipo que apresentou o melhor resultado, de acordo com as expectativas para o modelo. A tabela abaixo apresenta a definição das funções de pertinências da variável de saída.

CONJUNTO DE TERMOS	TIPO	DELIMITADORES
Pouco	Triangular	[0 0 60]
Bastante	Triangular	[40 100 100]

Tabela 5: Delimitadores de “Grau_Contaminação”

A variável de saída “Grau_Contaminação”, possui o domínio de 0 a 100%.

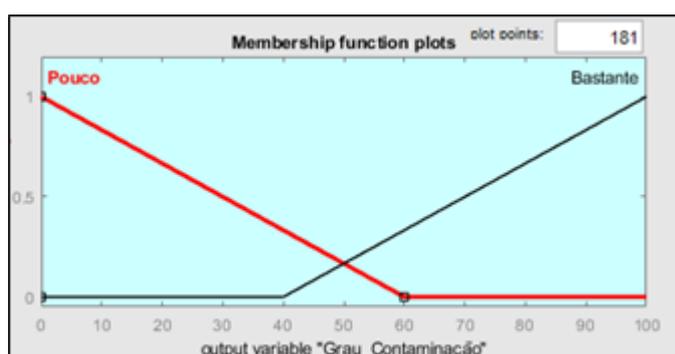


Figura 7: Delimitadores da variável de saída “Grau_Contaminação”.

2.4.3 Construindo as regras de inferência

As regras foram criadas pelo especialista após uma análise criteriosa dos dados coletados. A estrutura das regras de inferência segue o método de Inferência de Mamdani², e pode ser descrito como:

²Para mais informações sobre o método de inferência de Mamdani, consultar (BARROS, BASSANEZI, 2006).



Se “Fake_news” é (baixo/médio/alto) e “Quant_RS” é (baixo/médio/alto) e “Temp_RS” é (baixo/médio/alto) e “Outros_Info” é (baixo/médio/alto), então “Grau Contaminação (GC)” é (pouco/ bastante). Como temos três opções de valores (baixo, médio e alto) para cada uma das quatro variáveis de entrada (“Fake_News”, “Quant_RS”, “Temp_RS” e “Outros_Info”), quando fazemos todas as combinações possíveis ($3^4 = 3.3.3.3 = 81$) obtemos que precisamos de pelo menos 81 regras de inferência no sistema. Assim, as regras de inferência do SBRF utilizadas para determinar o grau de contaminação de um participante por *fake news* são mostradas na tabela a seguir:

Regras nº	se	Fake_News	e	Quant_RS	e	Temp_RS	e	Outros_Info	então	GC
1	se	baixo	e	baixo	e	baixo	e	baixo	então	pouco
2	se	baixo	e	baixo	e	baixo	e	médio	então	pouco
3	se	baixo	e	baixo	e	baixo	e	alto	então	pouco
4	se	baixo	e	baixo	e	médio	e	baixo	então	pouco
5	se	baixo	e	baixo	e	médio	e	médio	então	pouco
6	se	baixo	e	baixo	e	médio	e	alto	então	pouco
7	se	baixo	e	baixo	e	alto	e	baixo	então	pouco
8	se	baixo	e	baixo	e	alto	e	médio	então	pouco
9	se	baixo	e	baixo	e	alto	e	alto	então	pouco
10	se	baixo	e	médio	e	baixo	e	baixo	então	pouco
11	se	baixo	e	médio	e	baixo	e	médio	então	pouco
12	se	baixo	e	médio	e	baixo	e	alto	então	pouco
13	se	baixo	e	médio	e	médio	e	baixo	então	pouco
14	se	baixo	e	médio	e	médio	e	médio	então	pouco
15	se	baixo	e	médio	e	médio	e	alto	então	pouco
16	se	baixo	e	médio	e	alto	e	baixo	então	pouco
17	se	baixo	e	médio	e	alto	e	médio	então	pouco
18	se	baixo	e	médio	e	alto	e	alto	então	pouco
19	se	baixo	e	alto	e	baixo	e	baixo	então	pouco
20	se	baixo	e	alto	e	baixo	e	médio	então	pouco
21	se	baixo	e	alto	e	baixo	e	alto	então	pouco
22	se	baixo	e	alto	e	médio	e	baixo	então	pouco
23	se	baixo	e	alto	e	médio	e	médio	então	pouco
24	se	baixo	e	alto	e	médio	e	alto	então	pouco
25	se	baixo	e	alto	e	alto	e	baixo	então	pouco
26	se	baixo	e	alto	e	alto	e	médio	então	pouco
27	se	baixo	e	alto	e	alto	e	alto	então	pouco
28	se	alto	e	baixo	e	baixo	e	baixo	então	bastante
29	se	alto	e	baixo	e	baixo	e	médio	então	bastante
30	se	alto	e	baixo	e	baixo	e	alto	então	bastante
31	se	alto	e	baixo	e	médio	e	baixo	então	bastante
32	se	alto	e	baixo	e	médio	e	médio	então	bastante
33	se	alto	e	baixo	e	médio	e	alto	então	bastante
34	se	alto	e	baixo	e	alto	e	baixo	então	bastante
35	se	alto	e	baixo	e	alto	e	médio	então	bastante

36	se	alto	e	baixo	e	alto	e	alto	então	bastante
37	se	alto	e	médio	e	baixo	e	baixo	então	bastante
38	se	alto	e	médio	e	baixo	e	médio	então	bastante
39	se	alto	e	médio	e	baixo	e	alto	então	bastante
40	se	alto	e	médio	e	médio	e	baixo	então	bastante
41	se	alto	e	médio	e	médio	e	médio	então	bastante
42	se	alto	e	médio	e	médio	e	alto	então	bastante
43	se	alto	e	médio	e	alto	e	baixo	então	bastante
44	se	alto	e	médio	e	alto	e	médio	então	bastante
45	se	alto	e	médio	e	alto	e	alto	então	bastante
46	se	alto	e	alto	e	baixo	e	baixo	então	bastante
47	se	alto	e	alto	e	baixo	e	médio	então	bastante
48	se	alto	e	alto	e	baixo	e	alto	então	bastante
49	se	alto	e	alto	e	médio	e	baixo	então	bastante
50	se	alto	e	alto	e	médio	e	médio	então	bastante
51	se	alto	e	alto	e	médio	e	alto	então	bastante
52	se	alto	e	alto	e	alto	e	baixo	então	bastante
53	se	alto	e	alto	e	alto	e	médio	então	bastante
54	se	alto	e	alto	e	alto	e	alto	então	bastante
55	se	médio	e	baixo	e	baixo	e	baixo	então	pouco
56	se	médio	e	baixo	e	baixo	e	médio	então	pouco
57	se	médio	e	baixo	e	baixo	e	alto	então	pouco
58	se	médio	e	baixo	e	médio	e	baixo	então	pouco
59	se	médio	e	baixo	e	médio	e	médio	então	pouco
60	se	médio	e	baixo	e	médio	e	alto	então	pouco
61	se	médio	e	baixo	e	alto	e	baixo	então	pouco
62	se	médio	e	baixo	e	alto	e	médio	então	pouco
63	se	médio	e	baixo	e	alto	e	alto	então	pouco
64	se	médio	e	alto	e	baixo	e	baixo	então	bastante
65	se	médio	e	alto	e	baixo	e	médio	então	bastante
66	se	médio	e	alto	e	baixo	e	alto	então	bastante
67	se	médio	e	alto	e	médio	e	baixo	então	bastante
68	se	médio	e	alto	e	médio	e	médio	então	bastante
69	se	médio	e	alto	e	médio	e	alto	então	bastante
70	se	médio	e	alto	e	alto	e	baixo	então	bastante
71	se	médio	e	alto	e	alto	e	médio	então	bastante
72	se	médio	e	alto	e	alto	e	alto	então	bastante
73	se	médio	e	médio	e	baixo	e	baixo	então	pouco
74	se	médio	e	médio	e	baixo	e	médio	então	pouco
75	se	médio	e	médio	e	baixo	e	alto	então	pouco
76	se	médio	e	médio	e	alto	e	baixo	então	bastante
77	se	médio	e	médio	e	alto	e	médio	então	bastante
78	se	médio	e	médio	e	alto	e	alto	então	bastante
79	se	médio	e	médio	e	médio	e	alto	então	pouco
80	se	médio	e	médio	e	médio	e	baixo	então	bastante
81	se	médio	e	médio	e	médio	e	médio	então	bastante

2.5 Construindo o modelo via MatLab®

Essas regras foram implementadas no MatLab®. O código do SBRF gerado segue abaixo:

Parâmetro	Valor
Name	'Fake_news'
Type	'mamdani'
Version	2.0
NumInputs	4
NumOutputs	1
NumRules	81
AndMethod	'min'
OrMethod	'max'
ImpMethod	'min'
AggMethod	'max'
DefuzzMethod	'centroid'

Tabela 7: Código do modelo [System] construído no Matlab®.

Entrada/Saída	Parâmetro	Valor
Input1	Name	'Fake_News'
	Range	[0 10]
	NumMFs	3
	MF1	'Baixo': 'trimf', [0 0 5]
	MF2	'Médio': 'trimf', [3 5 7]
	MF3	'Alto': 'trimf', [5 10 10]
Input2	Name	'Quant_RS'
	Range	[0 12]
	NumMFs	3
	MF1	'Baixo': 'trimf', [0 0 5]
	MF2	'Médio': 'trimf', [4 5 6]
	MF3	'Alto': 'trimf', [5 8 12]
Input3	Name	'Temp_RS'
	Range	[0 24]
	NumMFs	3
	MF1	'Baixo': 'trimf', [0 0 3]
	MF2	'Médio': 'trimf', [1 3 5]
	MF3	'Alto': 'trapmf', [3 6 24 24]
Input4	Name	'Outros_Info'
	Range	[0 6]
	NumMFs	3
	MF1	'Baixo': 'trimf', [0 0 2]
	MF2	'Médio': 'trimf', [1 3 5]
	MF3	'Alto': 'trimf', [4 6 6]
Output1	Name	'Grau_Contaminação'
	Range	[0 100]
	NumMFs	2
	MF1	'Pouco': 'trimf', [0 0 60]
	MF2	'Bastante': 'trimf', [40 100 100]

Tabela 8: Código das variáveis entradas [Input1... 4] e saída [Output1] construído no Matlab®.

1 1 1 1, 1 (1) : 1	3 1 1 1, 2 (1) : 1	2 1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 2, 1 (1) : 1	3 1 1 2, 2 (1) : 1	2 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 3, 1 (1) : 1	3 1 1 3, 2 (1) : 1	2 1 1 3, 1 (1) : 1
1 1 2 1, 1 (1) : 1	3 1 2 1, 2 (1) : 1	2 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2 2, 1 (1) : 1	3 1 2 2, 2 (1) : 1	2 1 2 2, 1 (1) : 1
1 1 2 3, 1 (1) : 1	3 1 2 3, 2 (1) : 1	2 1 2 3, 1 (1) : 1
1 1 3 1, 1 (1) : 1	3 1 3 1, 2 (1) : 1	2 1 3 1, 1 (1) : 1
1 1 3 2, 1 (1) : 1	3 1 3 2, 2 (1) : 1	2 1 3 2, 1 (1) : 1
1 1 3 3, 1 (1) : 1	3 1 3 3, 2 (1) : 1	2 1 3 3, 1 (1) : 1
1 2 1 1, 1 (1) : 1	3 2 1 1, 2 (1) : 1	2 3 1 1, 2 (1) : 1
1 2 1 2, 1 (1) : 1	3 2 1 2, 2 (1) : 1	2 3 1 2, 2 (1) : 1
1 2 1 3, 1 (1) : 1	3 2 1 3, 2 (1) : 1	2 3 1 3, 2 (1) : 1
1 2 2 1, 1 (1) : 1	3 2 2 1, 2 (1) : 1	2 3 2 1, 2 (1) : 1
1 2 2 2, 1 (1) : 1	3 2 2 2, 2 (1) : 1	2 3 2 2, 2 (1) : 1
1 2 2 3, 1 (1) : 1	3 2 2 3, 2 (1) : 1	2 3 2 3, 2 (1) : 1
1 2 3 2, 1 (1) : 1	3 2 3 1, 2 (1) : 1	2 3 3 1, 2 (1) : 1
1 2 3 3, 1 (1) : 1	3 2 3 2, 2 (1) : 1	2 3 3 2, 2 (1) : 1
1 3 1 1, 1 (1) : 1	3 2 3 3, 2 (1) : 1	2 3 3 3, 2 (1) : 1
1 3 1 2, 1 (1) : 1	3 3 1 1, 2 (1) : 1	2 2 1 1, 1 (1) : 1
1 3 1 3, 1 (1) : 1	3 3 1 2, 2 (1) : 1	2 2 1 2, 1 (1) : 1
1 3 2 1, 1 (1) : 1	3 3 1 3, 2 (1) : 1	2 2 1 3, 1 (1) : 1
1 3 2 2, 1 (1) : 1	3 3 2 1, 2 (1) : 1	2 2 3 1, 2 (1) : 1
1 3 2 3, 1 (1) : 1	3 3 2 2, 2 (1) : 1	2 2 3 2, 2 (1) : 1
1 3 3 1, 1 (1) : 1	3 3 2 3, 2 (1) : 1	2 2 3 3, 2 (1) : 1
1 3 3 2, 1 (1) : 1	3 3 3 1, 2 (1) : 1	2 2 2 3, 1 (1) : 1
1 3 3 3, 1 (1) : 1	3 3 3 2, 2 (1) : 1	2 2 2 1, 2 (1) : 1
	3 3 3 3, 2 (1) : 1	2 2 2 2, 2 (1) : 1

Tabela 9: Código das regras [Rules] construído no Matlab®.

3 Resultados e discussões

3.1 Comparando o modelo com a verificação manual

Para ser aceitável um modelo científico, este deve ser confiável, e ainda, ser capaz de ser replicado e validado. A validade do modelo deve ser externa e interna, sendo a validade externa a generalização do modelo e a validade interna a análise da relação de causalidade no modelo independente dos fatores subjetivos, respondendo à questão: Podemos obter o mesmo tipo de relação entre os elementos por outros meios além daqueles usados em um experimento específico?

Em nosso modelo proposto, a confiabilidade e validade externa são garantidas, pois o modelo é descrito em detalhes no artigo e pode ser facilmente replicado para a análise de outros casos, devendo sofrer alguns ajustes em algumas partes do SBRF, principalmente nas variáveis de entrada. A validade interna foi analisada comparando os resultados obtidos através do SBRF com uma análise dos dados feita manualmente pelo especialista.

Para obter os resultados (em porcentagem) do grau de contaminação que o participante está infectado pelas *fake news*, através do SBRF, lançamos cada informação no software MatLab® como

mostraremos a seguir:

Por exemplo, o resultado do participante P41, via SBRF: Se Fake_News é 5 (alto) e Quant_RS é 5 (alto) e Temp_RS é 2h (baixo) e Outros_Info é 1 (baixo), então Grau_Contaminação é 55.1% (bastante).

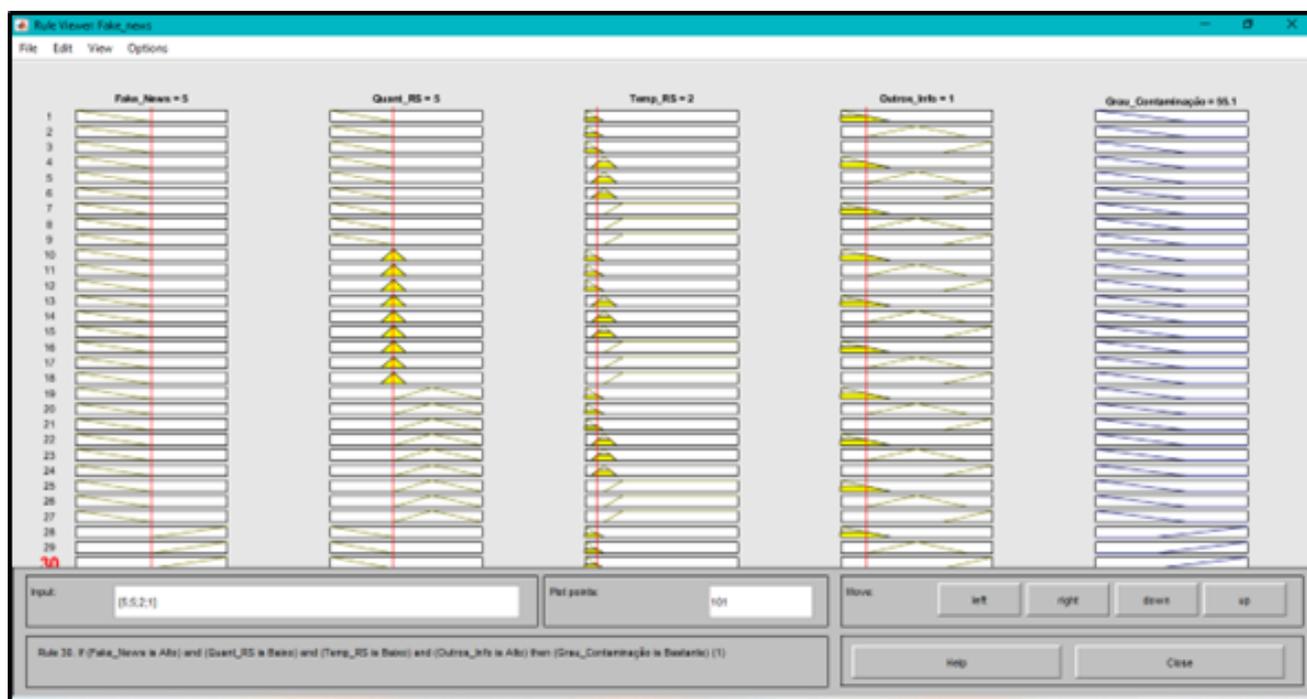


Figura 8: Resultados via software MatLab®.

A tabela abaixo mostra os resultados das análises dos dados de todos os participantes, tanto via especialista, quanto via SBRF (executado no Matlab®).



Participante	Fake_News	Quant_RS	Temp_RS	Outros_Info	Grau_Contaminação (Especialista)	Grau_Contaminação (MatLab®)
P1	1	5	11	3	POUCO	20.4%
P2	2	7	7	5	POUCO	23.1%
P3	1	1	2	1	POUCO	23.1%
P4	3	6	9	4	POUCO	25.1%
P5	0	4	5	3	POUCO	26.9%
P6	4	3	10	2	POUCO	24.2%
P7	4	4	3	2	POUCO	26.9%
P8	3	3	5	1	POUCO	24.2%
P9	4	6	11	3	BASTANTE	56.4%
P10	3	5	3	2	POUCO	24.2%
P11	3	7	11	1	POUCO	24.2%
P12	2	4	5	3	POUCO	26.9%
P13	1	6	10	2	POUCO	25.1%
P14	3	7	4	3	POUCO	24.2%
P15	2	5	5	2	POUCO	23.1%
P16	3	3	1	2	POUCO	24.2%
P17	1	7	5	1	POUCO	23.1%
P18	2	4	4	2	POUCO	26.9%
P19	1	4	3	1	POUCO	26.9%
P20	3	6	3	3	POUCO	25.1%
P21	4	8	4	3	BASTANTE	61.3%
P22	4	4	10	1	POUCO	26.9%
P23	3	6	4	2	POUCO	25.1%
P24	3	4	2	2	POUCO	26.9%
P25	2	7	5	2	POUCO	23.1%
P26	2	6	5	2	POUCO	25.1%
P27	2	4	4	2	POUCO	26.9%
P28	2	6	7	2	POUCO	25.1%
P29	3	7	5	2	POUCO	24.2%
P30	5	8	3	2	BASTANTE	76.9%
P31	2	4	2	3	POUCO	26.9%
P32	3	4	4	3	POUCO	26.9%
P33	2	7	2	1	POUCO	23.1%
P34	0	6	2	4	POUCO	25.1%
P35	3	4	3	3	POUCO	26.9%
P36	2	4	6	2	POUCO	26.9%
P37	1	5	8	2	POUCO	23.1%
P38	2	7	7	4	POUCO	23.1%
P39	3	5	4	3	POUCO	24.2%
P40	1	2	1	2	POUCO	23.1%
P41	5	5	2	1	BASTANTE	55.1%
P42	2	5	2	1	POUCO	23.1%

Tabela 10: Validação.

3.2 Avaliação do modelo

Diante da análise dos dados fornecidos, determinamos o grau de contaminação por *fake news* que cada participante apresenta. Os resultados esperados pelo especialista e os resultados obtidos no SBRF implementado no Matlab® garante a validação do modelo proposto obtido, pois os resultados



analisados manualmente foram equivalentes aos resultados obtidos através do modelo proposto via SBRF.

Devemos levar em consideração que o software pode conter uma pequena margem de erro em sua validação, por este motivo a presença do especialista é de extrema importância para que a validação seja mais precisa possível. Nota-se, pelos resultados, que os participantes que possuem maior quantidade de redes sociais e que erraram a classificação (em verdadeira ou falsa) de muitas das postagens, são os mesmos que apresentaram um alto grau (bastante) de contaminação por *fake news*.

A aplicação do modelo nos mostrou que para a nossa amostra de 42 participantes, apenas 9,5% têm um alto grau de contaminação por “*fake news*”, o que resulta em 4 participantes.

Para a implementação do SBRF (Sistema Baseado em Regras *Fuzzy*), há várias alternativas computacionais. Utilizamos o MatLab®, pois além de sua interface ser de fácil entendimento e manuseio, ele também é esteticamente agradável, além de ser um software conveniado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Arruda *et al.* (2013), no artigo “Análise Comparativa de Ferramentas Computacionais Para Modelagem de Lógica *Fuzzy*”, publicado no *Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia*, apresenta uma lista com várias alternativas de implementação de sistemas *fuzzy*. Também é possível implementar modelos dessa natureza utilizando a linguagem de programação Python através da instalação dos pacotes: *skfuzzy* e *matplotlib*.

4 Bibliografia

ARRUDA, D. M. *et al.* Análise comparativa de ferramentas computacionais para modelagem de lógica fuzzy. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 10., 2013. [S. l.]. **Anais** [...]. [S. l.]: AEDB, 2013. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/39418400.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

AVAAZ. **O Brasil está sofrendo uma infodemia de Covid-19**. [S. l.]: Avaaz, 2020. Disponível em: https://avaazimages.avaaz.org/brasil_infodemia_coronavirus.pdf. Acesso em: 25 fev. 2020.

BARCELOS, T. N. *et al.* Análise de fake news veiculadas durante a pandemia de COVID-19 no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 45, e65, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.65>. Acesso em: 18 fev. 2025.

BARROS, L. B.; BASSANEZI, R. C. **Tópicos de lógica fuzzy e biomatemática**. Campinas: Unicamp-Imecc, 2006. (Coleção IMECC, Textos Didáticos, v. 5).

CARNIELLI, W. A.; EPSTEIN, R. L. **Pensamento crítico: o poder da lógica e da argumentação**. 4. ed. São Paulo: Rideel, 2019.

FROEHLICH, T. A not-so-brief account of current information ethics: the ethics of ignorance, missing information, misinformation, disinformation and other forms of deception or incompetence. **BiD: textos universitarios de biblioteconomia i documentación**, n. 39, 2017. Disponível em: <https://bid.ub.edu/en/39/froehlich.htm>. Acesso em: 18 fev. 2025.

GOLZIO, A. C.; PUERTA-DÍAZ, M.; MARTÍNEZ-ÁVILA, D. A fuzzy logic model for the analysis of social corporate responsibility. **EAI Endorsed Transactions Scalable Information**



Systems, v. 8, n. 32, e10, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.4108/eai.23-7-2021.170556>. Acesso em: 18 fev. 2025.

JAFELICE, R. S. M.; BARROS, L. C.; BASSANEZI, R. C. **Teoria dos conjuntos fuzzy com aplicações**. 2. ed. São Carlos: SBMAC, 2012.

LIMA, H. P de. **Uma abordagem para construção de sistemas fuzzy baseados em regras integrando conhecimento de especialistas e extraído de dados**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

SILVESTRINI, L. H. C.; DIAS, G. H. S.; CARDOSO, G. D. Argumentação, pensamento crítico e as *fake news*. In: CONGRESSO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, 2021, Campina Grande. **Anais do Congresso Nacional das Licenciaturas**. Campina Grande: Editora Realize, 2021a. v.8, p.1-4. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/84624>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SILVESTRINI, L. H. C.; DIAS, G. H. S.; CARDOSO, G. D. Lógica, argumentação e as *fake news*. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO E PESQUISA DE MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 2., 2021. Belém. **Anais [...]** Belém: IFPA, 2021b, p. 65-68.

VOSOUGHI, S.; ROY, D.; ARAL, S. The spread of true and false news online. **Science**, v. 359, n. 6380, p. 1146–1151, 2018. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aap9559>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.