

Rede de Pesquisas

Avaliação da Governança no Programa Mais Médicos: Um Modelo Baseado na Lógica Fuzzy

ANO 01 - EDIÇÃO 06 | MARÇO DE 2026



EDITORIAL

A produção científica em saúde pública tem avançado ao incorporar métodos capazes de dialogar com a complexidade do mundo real. Pesquisadores e profissionais da saúde sabem bem o quanto a tomada de decisão em ambientes complexos exige lidar com incertezas e informações imprecisas. Neste boletim, destacamos o uso da lógica *fuzzy* como uma abordagem inovadora para avaliar a governança no provimento profissional do Programa Mais Médicos.

Nesse contexto, o modelo possibilita avaliar a governança de forma estruturada, combinando conhecimento especializado, critérios múltiplos e graus de concordância. Assim, constrói-se uma ferramenta potente para identificar fragilidades, orientar intervenções e fortalecer a governança. Mais do que um exercício metodológico, a proposta estimula a reflexão sobre como avaliamos políticas públicas em contextos complexos.

Convidamos você à leitura para compreender como o modelo *fuzzy* pode apoiar gestores e pesquisadores na construção de políticas públicas mais efetivas e sustentáveis.

BOA LEITURA!



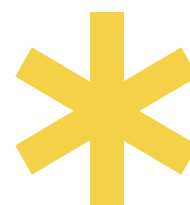
INTRODUÇÃO

A maior parte da linguagem natural contém ambiguidade e multiplicidade de sentidos. Em particular, os adjetivos que utilizamos para caracterizar situações não nos permitem clareza suficiente, sendo ambíguos em termos de amplitude de significados.

Os seres humanos raciocinam de forma inteligente, criativa, incerta, imprecisa, difusa ou nebulosa, enquanto as máquinas e os computadores são movidos por uma lógica precisa e binária. Esta forma de raciocínio humano é chamada em inglês por *fuzzy* (difusa). O advento da teoria *fuzzy* foi motivado pela necessidade de um método capaz de expressar de uma maneira sistemática quantidades imprecisas, vagas e mal definidas.

A lógica *fuzzy*, ou lógica difusa, é um conceito matemático que se afasta da lógica tradicional, conhecida como lógica *booleana*, que se baseia em apenas dois valores: verdadeiro (1) ou falso (0). A lógica *fuzzy* introduz a ideia de graus de verdade, permitindo que algo seja parcialmente verdadeiro e parcialmente falso ao mesmo tempo.

Como exemplo, podemos nos referir a temperatura (variável linguística) de um ambiente. A lógica tradicional usaria os termos linguísticos "quente" (verdadeiro) ou "não quente" (falso). Já a lógica *fuzzy* pode expressar com os termos linguísticos "um pouco quente", "bem quente" ou "muito quente". Para isso, ela usa conjuntos *fuzzy* e funções de pertinência. Uma função de pertinência atribui um valor entre 0 e 1 a cada temperatura, indicando o grau em que ela pertence ao conjunto "quente".



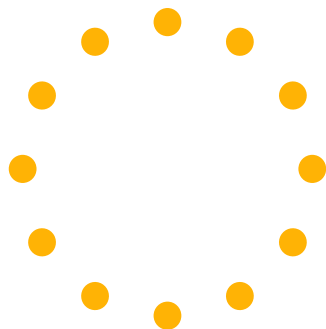
A lógica *fuzzy* é usada em diversas áreas onde a tomada de decisões exige a interpretação de dados imprecisos e a simulação do pensamento humano. A principal vantagem da lógica *fuzzy* é a sua capacidade de lidar com a incerteza e a complexidade do mundo real, traduzindo conceitos vagos em regras claras e computáveis, para aproximar o modelo construído da realidade.

A avaliação da governança para o provimento profissional do Programa Mais Médicos (PMM) é obtida por meio de julgamentos humanos de diversos parâmetros qualitativos e quantitativos que representam aspectos envolvidos no cuidado em saúde. Desta forma, um modelo baseado na lógica *fuzzy* (modelo *fuzzy*) para avaliação é importante para representar o conhecimento humano, transformá-lo para um formato numérico e obter respostas em ambientes de incerteza, proporcionando racionalidade nas avaliações que envolvem análises subjetivas ou imprecisas.

O MODELO BASEADO NA LÓGICA FUZZY

Um modelo *fuzzy* adequado para tomada de decisão deve incluir processos/etapas de identificação, medição e combinação de critérios/alternativas, promovendo a modelagem da decisão e a avaliação em ambientes complexos.

Para avaliação da governança para provimento profissional do PMM de uma determinada cidade, o modelo desenvolvido foi baseado em Grecco (2012) e é constituído em 2 partes:

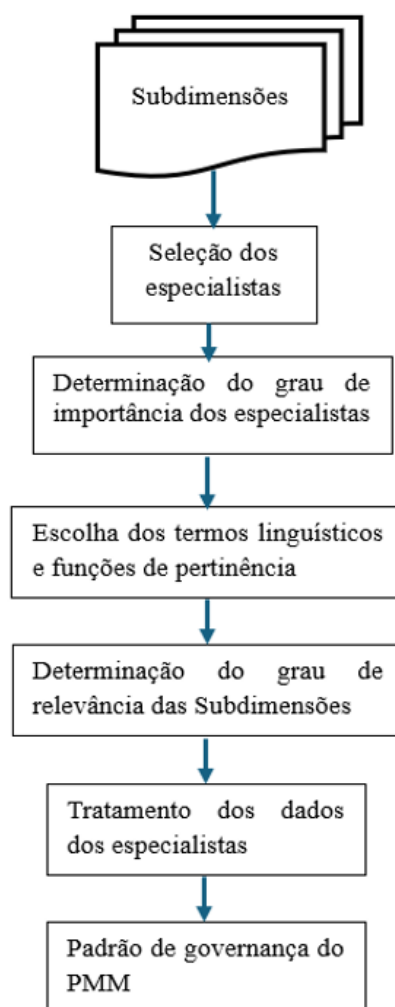


(1) Determinação de um padrão de governança do PMM, ou seja, uma referência para avaliação do PMM de uma cidade.

Nesta parte, procura-se obter de especialistas o grau de importância de cada subdimensão (indicador), de forma que a governança para provimento profissional do PMM seja considerada satisfatória. Isto significa dizer que o grau de importância atribuído a cada subdimensão (indicador) pelo especialista, deve retratar como o PMM deveria ser. Desta forma, neste caso, não está se avaliando o PMM, mas o padrão ideal de governança que esta deveria apresentar.

A determinação do padrão de governança é dividida em sete etapas que são representadas na Figura 1.

Figura 1: Etapas da primeira parte do modelo fuzzy.



• ETAPA 1: Definição das subdimensões.

Nesta etapa foi elaborada uma estrutura com 8 dimensões e 44 subdimensões, a partir do processo decisório do provimento dos profissionais médicos, considerando a articulação multissetorial.

• ETAPA 2: Seleção dos especialistas.

A teoria dos conjuntos *fuzzy* permite representar o conhecimento elicitado por meio de funções de pertinências. Um modelo *fuzzy* construído com a ajuda de especialistas aumenta sua precisão à medida que aumenta a quantidade de especialistas reconhecidos pelos seus conhecimentos, experiência e trabalhos na área de interesse.

Desta forma, a seleção dos especialistas é um fator crítico, pois a confiabilidade e qualidade dos resultados dependem da qualidade dos especialistas. Entretanto, de uma maneira geral, todas as pessoas com conhecimento e experiência reconhecidos que estão ou já estiveram envolvidas, direta ou indiretamente, na área de interesse são candidatas ao processo de avaliação das subdimensões (indicadores).

• ETAPA 3: Determinação do grau de importância dos especialistas.

Como geralmente um grupo de especialista é heterogêneo, as opiniões não podem ser consideradas com a mesma intensidade, ou seja, com o mesmo grau de importância. Desse modo, cada opinião terá uma importância dada pelo grau de importância do especialista.



• ETAPA 4: Escolha dos termos linguísticos e das funções de pertinência para avaliação das subdimensões.

Na ótica da teoria *fuzzy*, cada subdimensão pode ser vista como uma variável linguística, relacionada a um conjunto de termos linguísticos associados a funções de pertinência, em um conjunto referencial estabelecido previamente. Cada subdimensão será uma composição de termos linguísticos, obtidos em um processo de avaliação, feito por meio do julgamento de especialistas.

Os termos linguísticos sugeridos são:

• **Não é importante (NI):** para as subdimensões que não são consideradas importantes (não têm influência) para a governança do PMM;

• **Pouco importante (PI):** para as subdimensões que são consideradas pouco importantes (têm pouca influência) para a governança do PMM;

• **Importante (I):** para as subdimensões que são consideradas importantes (têm influência) para a governança do PMM;

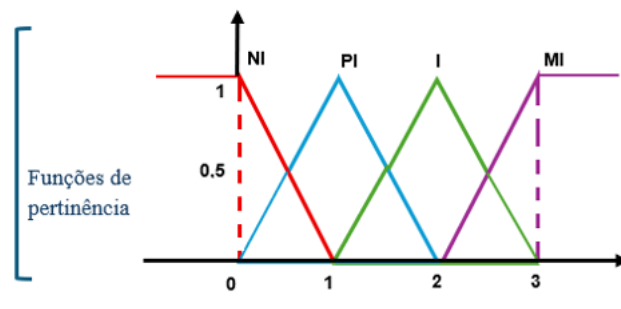
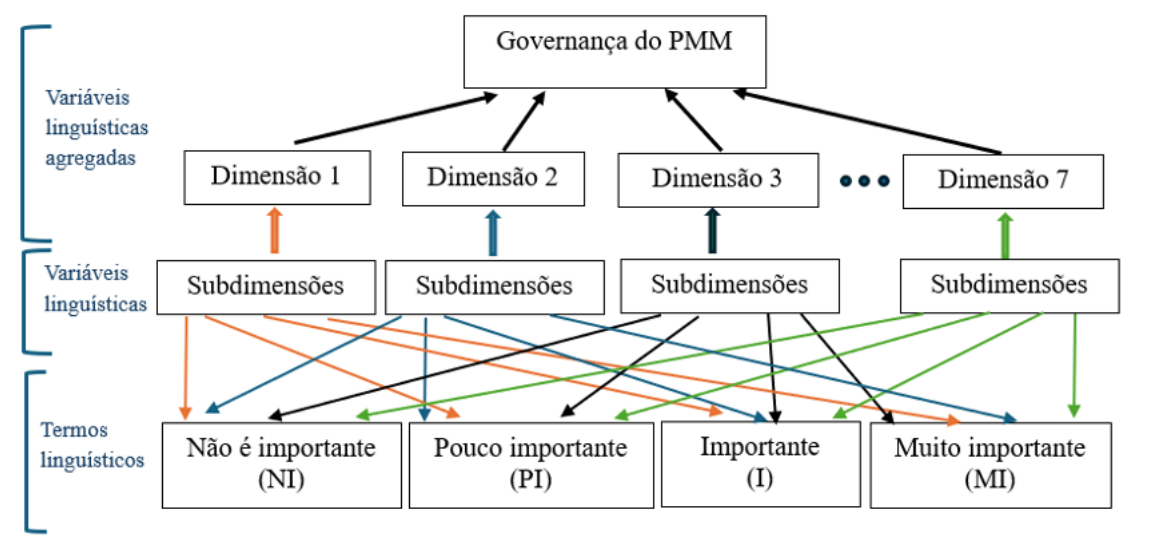
• **Muito importante (MI):** para as subdimensões que são consideradas muito importantes (têm grande influência) para a governança do PMM;

Esses termos linguísticos serão representados por números *fuzzy* triangulares, que denotarão o grau de importância de cada subdimensão considerada. Os números *fuzzy* triangulares tratam muito bem informações com alto grau de incerteza e de indefinição, como são as variáveis linguísticas que traduzem as opiniões de especialistas.

A Figura 2 apresenta as variáveis linguísticas, os termos linguísticos e os gráficos das suas funções de pertinência.



Figura 2: Variáveis linguísticas, os termos linguísticos e os gráficos das suas funções de pertinência.



• ETAPA 5: Determinação do grau de importância de cada subdimensão.

Esta etapa tem por objetivo obter dos especialistas os graus de importância de cada uma das subdimensões, por meio do uso do conjunto de termos linguísticos, caracterizados pelos números *fuzzy* triangulares mostrados na figura 2.

• ETAPA 6: Tratamento dos dados coletados dos especialistas na avaliação de cada subdimensão.

Nesta etapa, utilizando o método de agregação de similaridades proposto por Hsu e Chen (1996), é feita a combinação dos julgamentos individuais dos especialistas. Esta etapa envolve:

- 1) o cálculo do grau de concordância entre opiniões;
- 2) a construção da matriz de concordância;
- 3) o cálculo da concordância relativa;
- 4) o cálculo do grau de concordância relativa;
- 5) o cálculo do coeficiente de consenso dos especialistas;
- 6) a determinação do valor *fuzzy* de cada subdimensão referentes as dimensões da governança para o provimento profissional do PMM.

• ETAPA 7: Estabelecimento do padrão de governança do PMM.

Para estabelecer o padrão de governança para o provimento profissional do PMM, ou seja, uma base de referência para a avaliação da governança do PMM de uma cidade, é calculado o grau de importância de cada subdimensão que compõe cada dimensão de governança.

O grau de importância de cada subdimensão (GIS_i) de cada dimensão da governança é obtido pela normalização dos valores *crisp* dessas subdimensões (Equação 1). Para tanto, determina-se o valor de b_i de seu número *fuzzy* triangular, $N(a_i, b_i, c_i)$, correspondente. Este valor de b_i corresponde ao valor com grau de pertinência igual a 1. Este é o valor *crisp* da subdimensão.

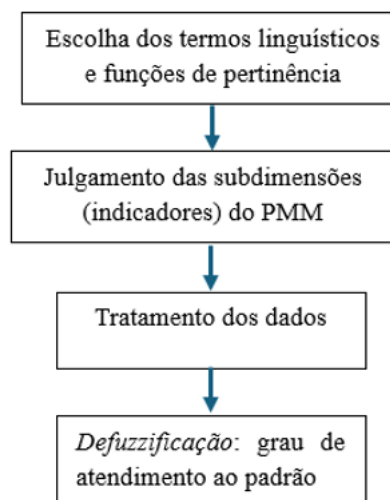
Equação 1:

$$GIS_i = \frac{b_i}{\text{maior valor de } b}$$

(2) Avaliação da governança para o provimento profissional do PMM de uma determinada cidade, apoiando-se no padrão definido anteriormente para obter um grau (índice) de atendimento ao padrão.

Nesta parte do modelo, o PMM da cidade é avaliado por meio do conjunto de subdimensões (indicadores) de cada dimensão, considerando as condições em que o PMM se encontra. Os resultados deste julgamento serão confrontados com o padrão (base de referência) já estabelecido para o PMM. São gerados índices (graus) de atendimento para as dimensões de governança, chegando à avaliação final da governança do PMM. Esses índices medem o quanto o PMM avaliado atinge percentualmente o padrão ideal estabelecido, que tem índice igual a 1. Esta parte do método *fuzzy* pode ser dividida em quatro etapas que são representadas na figura 3 e descritas a seguir.

Figura 3: Etapas da segunda parte do modelo *fuzzy*.



• ETAPA 1: Escolha dos termos linguísticos e funções de pertinência.

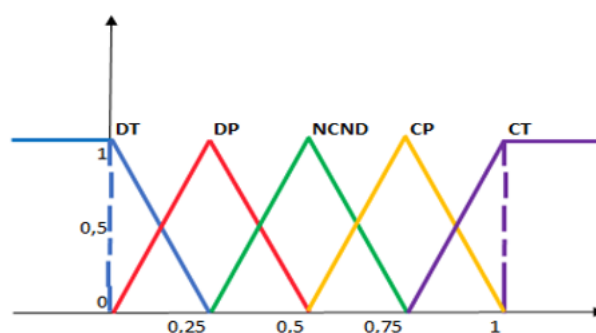
Nesta etapa foram escolhidos termos linguísticos para avaliar os graus de atendimento das subdimensões do PMM.

Propõe-se a utilização dos seguintes termos linguísticos: **discordo totalmente (DT)**; **discordo parcialmente (DP)**; **não concordo, nem discordo (NCND)**; **concordo parcialmente (CP)** e **concordo totalmente (CT)**.

Os termos linguísticos são representados por números *fuzzy* triangulares, denotando assim o grau de atendimento de cada indicador considerado.

A figura 4 os termos linguísticos representados por números *fuzzy* com suas funções de pertinência.

Figura 4: termos linguísticos representados por números *fuzzy* com suas funções de pertinência.



Grau de atendimento	Simbologia	Termo linguístico	Número <i>fuzzy</i> triangular
0,00	DT	Discordo totalmente	$N_1 = (0,00; 0,00; 0,25)$
0,25	DP	Discordo parcialmente	$N_2 = (0,00; 0,25; 0,50)$
0,50	NCND	Não concordo, nem discordo	$N_3 = (0,25; 0,50; 0,75)$
0,75	CP	Concordo parcialmente	$N_4 = (0,50; 0,75; 1,00)$
1,00	CT	Concordo totalmente	$N_5 = (0,75; 1,00; 1,00)$

• ETAPA 2: Julgamento das subdimensões do PMM da cidade.

Nesta etapa, as subdimensões são julgadas por meio dos termos linguísticos (métricas subjetivas) definidos na etapa anterior. O resultado desse julgamento será o grau de concordância do comportamento de cada uma das subdimensões do PMM da cidade.

• ETAPA 3: Tratamento dos dados coletados.

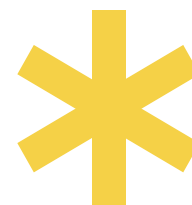
Cada termo linguístico será representado por um número *fuzzy* que será convertido em um formato numérico (grau de atendimento) que corresponde ao valor com grau de pertinência igual a 1.

• ETAPA 4: Defuzzificação.

O objetivo desta etapa é obter um valor numérico discreto que melhor representa os valores *fuzzy* inferidos da variável linguística de saída, ou seja, obter um grau de atendimento as dimensões do padrão de governança para o provimento profissional do PMM, que significa um índice de governança do PMM considerado.

Utilizando o método do centro de área (centróide) será calculado o grau de atendimento do PMM as dimensões do padrão de governança.

Desta forma, poderemos avaliar o quanto a PMM da cidade atinge, percentualmente, do padrão estabelecido. Esta avaliação poderá ser feita todas as vezes que se desejar estimar em que estágio de evolução estão as subdimensões que influenciam a governança para o provimento profissional do PMM.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do modelo *fuzzy*, espera-se obter um índice global de governança do PMM, a identificação de dimensões e subdimensões críticas e propostas de intervenções estratégicas. O modelo também permitirá subsidiar as decisões estratégicas do Ministério da Saúde e dos gestores locais.

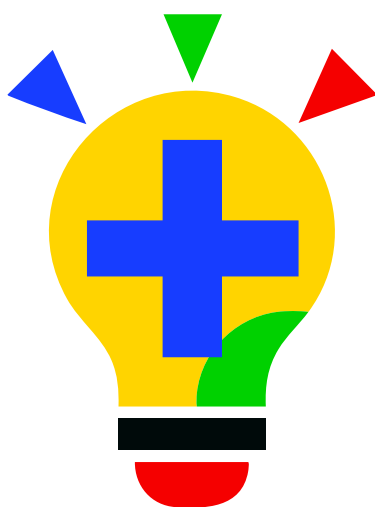
Como resultado, espera-se um relatório que colabore para apontar fragilidades na governança, propor recomendações para aprimorar a governança de programas de saúde e subsidiar futuras políticas públicas de saúde no Brasil, garantindo maior efetividade e sustentabilidade do PMM.

Por fim, esta avaliação poderá ser feita todas as vezes que se desejar estimar em que estágio de evolução estão as dimensões e subdimensões que influenciam a governança para o provimento profissional do PMM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRECCO, C. H. S. *Avaliação da Resiliência em organizações que lidam com tecnologias perigosas: o caso da expedição de radiofármacos*. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2012.

HSU, H. M.; CHEN, C. T. "Aggregation of fuzzy opinions under group decision making". *Fuzzy Sets and Systems*, v. 79, pp. 279-285, 1996.



EQUIPE EXECUTORA

Projeto de Pesquisa Análise das Dimensões de Governança para o Provimento Profissional do Programa Mais Médicos

Alessandro Jatobá (Coordenador)
E-mail: alessandro.jatoba@fiocruz.br

Bárbara Bulhões Lopes de Andrade
E-mail: barbara.bulhoes@fiocruz.br

Claudio Henrique dos Santos Grecco
E-mail: claudio.grecco@fiocruz.br

Hélia Márcia Silva Mathias
E-mail: heliamathias@fiocruz.br

Jaqueline Tavares Viana de Souza
E-mail: jaqueline.viana@fiocruz.br

Paloma Palmieri Alves
E-mail: paloma.palmieri@fiocruz.br

Marcella Thomaz dos Santos
E-mail: thomazmarcella@gmail.com

Paulo Victor Rodrigues de Carvalho
E-mail: paulo.rodrigues@fiocruz.br

Coordenação-Geral de Planejamento, Avaliação e Dimensionamento de Profissionais para o SUS (CGPLAD)

Fabiana Carneiro de Araújo Costa
Flávia Moreno Alves de Souza
Flavia Abarnes Castro Aguiar
Juliana Cristina Barbosa Borges
Kaio Oliveira da Silva
Luciana de Jesus Araújo
Sidlei Queiroga de Araújo

