

# ANALISE ESTATISTICA DE MULTIVARIADA NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MEL: APLICAÇÃO DE METODO de REDE NEURAIAS ARTIFICIAS NA PREDIÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS

ALLYSSON DOUGLAS MARTINS MIRANDA<sup>1\*</sup>; Tatiane de Freitas Gomes<sup>1</sup>;  
Raquel Maria Trindade fernandes<sup>1</sup>; Alamgir khan<sup>1\*\*</sup>

*Universidade Estadual do Maranhão<sup>1</sup>*  
*[allyssondouglas.dm@gmail.com](mailto:allyssondouglas.dm@gmail.com)\*; [alamgir@cecen.uema.br](mailto:alamgir@cecen.uema.br)\*\**

## 1. INTRODUÇÃO

O mel, fonte de açúcar e fontes de renda para o homem, desde os tempos antigos, é de sua suma importância. Com o passar do tempo, os estudos ficam cada vez mais aprofundados para melhor definir sua constituição, características e etc. com isso, o uso de métodos estatísticos são necessários para melhor defini-los.

A aplicação das redes neurais determina seus algoritmos mais precisos, basta treinar este programa por meio de valores de entrada, sem qualquer conhecimento prévio de sua complexidade, e logo após, tem-se os resultados como valores de saída. As redes neurais são modelos matemáticos capazes de aprender e se adaptar, reconhecer, classificar e organizar dados por meio de um rápido processamento de informações tempo-variáveis complexas e não lineares, além disso, também podem processar em tempo real, um problema que constantemente é inviável a outras metodologias [HAYKIN, S. S. 2001].

Logo, tem-se por finalidade caracterizar a qualidade das amostras de mel de abelhas das várias regiões do brasil e desenvolver algorítmico do modelo estatístico de Rede neurais artificias para classificar, entendendo relação entre propriedades físico-químicas e predizer da mesma de mel.

## 2. METODOLOGIA

Os dados foram gerados a partir de resultados das análises físico-químicas obtidos da literatura de revistas e artigos científicos, onde essas analises são amostras de méis da *Apis mellifera* oriundas das regiões do Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Baseado no trabalho anterior da pesquisadora Tatiane [GOMES et. al., 2019] conseguimos fazer as classificações nos parâmetros de mel em três grupos. Onde foram utilizadas cerca de 182 amostras de mel e 10 parâmetros de físico-químicas de mel na qualidade de mel.

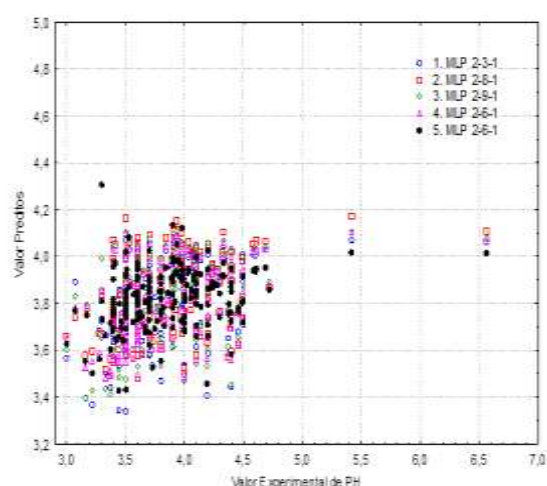
Este trabalho é continuação do estudo anterior, em busca de aplicar o método estatístico de Rede neurais artificiais (RNA) para investigar o análise de Regressão preditivas das características físico-química de mel.

Então, foram escolhidos os três parâmetros físico-químicos (acidez, PH e condutividade) para investigar a relação de análise regressão de Mel. Para aplicar o método RNA foi utilizado o programa de *StatSoft Estatística 8.0*.

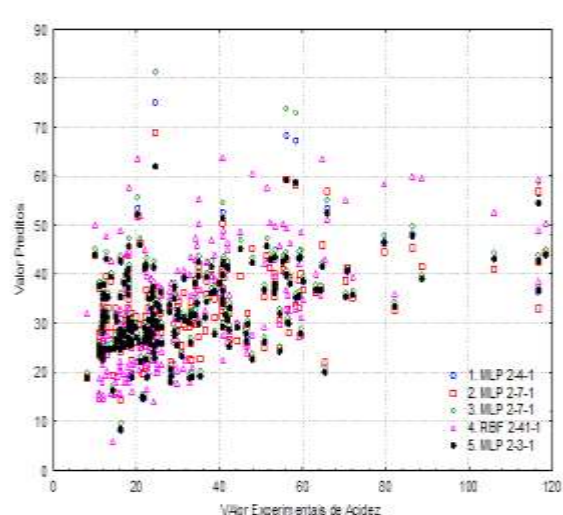
Foram escolhidos no começo dois parâmetros como input e terceiro como alvo (output) na alimentação de criar as Redes de análise de interesse (SCHLABITZ, C., 2010). Para investigar o desempenho dos modelos de RNA, uma comparação entre os resultados obtidos dos valores preditos e dados experimentais foram avaliados. Os parâmetros estatísticos de RMSE (raiz quadrada da média dos erros quadrados) e R (Coeficiente de Correlação) foram utilizados para verificar os desempenhos dos modelos de RNA. Os softwares Microsoft Excel e Estatística 8.0 foram utilizados para conduzir a análise estatística.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

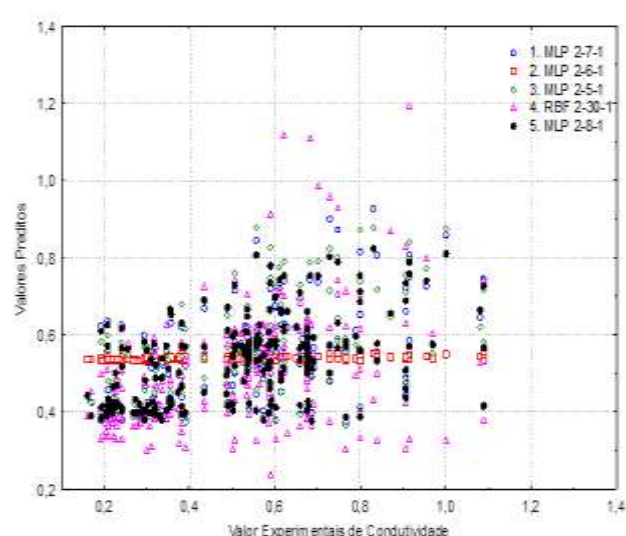
Os resultados de análise regressão para os parâmetros físico-químicas de PH, Condutividade e Acidez, entre valores preditos e experimentais, obtidos utilizando os 5 modelos de rede neurais artificiais são ilustrados nas Figuras a, b e c.



a) Correlação entre valores experimentais e de valores preditos para o parâmetro físico química de PH



b) Correlação entre valores experimentais e de valores preditos para o parâmetro físico química de Acidez



c) Correlação entre valores experimentais e de valores preditos para o parâmetro físico química de Condutividade

Levando em consideração aos dados obtidos, primeiramente aos valores em R, a 2ª amostra em sua acidez se aproxima mais de 1, sendo este o seu limite para uma boa correlação. Quanto ao seu pH, a 1ª amostra possui um valor mais aproximado, comparando com as outras amostras. Quanto a sua condutividade, novamente a 2ª amostra se mostra dentro dos parâmetros.

Modelo	pH		Modelo	Condutividade		Modelo	Acidez	
	R	RMSE		R	RMSE		R	RMSE
MLP 2-3-1	-0,83	0,41	MLP 2-7-1	0,47	0,26	MLP 2-4-1	0,43	22,16
MLP 2-8-1	0,76	0,37	MLP 2-6-1	0,92	0,21	MLP 2-7-1	0,97	21,54
MLP 2-9-1	-0,80	0,42	MLP 2-5-1	0,90	0,25	MLP 2-7-1	0,97	21,55
MLP 2-6-1	-0,58	0,39	RBF 2-30-1	0,58	0,19	RBF 2-41-1	0,62	16,06
MLP 2-6-1	0,58	0,39	MLP 2-8-1	0,62	0,25	MLP 2-3-1	0,68	22,20

Para os valores RMSE, calculando de seus valores preditos e experimentais, para assim obter seus valores de erro médio, a 5ª amostra de acidez possui um maior erro e a 4ª amostra, o menor valor. Para o pH, a 3ª amostra possui um maior erro médio e a 4ª amostra, o menor. Por último, quanto a condutividade, a 1ª amostra possui o maior valor e a 4ª amostra, o menor valor de erro quadrático.

#### 4. CONCLUSÕES

Após um longo estudo na literatura sobre as redes neurais artificiais, e aplicando este conhecimento neste trabalho, percebemos que as redes e as funções serão capazes de fazer a predição dos parâmetros físico-químicas na qualidade de mel. Nos resultados ilustrados, concluímos que o parâmetro de Acidez demonstra um desvio bem distantes nos seus resultados ao comparado com resultados experimentais que pode ser devidamente os resultados aleatório da literatura. Por outro lado, concluímos sobre os resultados de PH e condutividade uma boa concordância com seus resultados experimentais obtidos pelo os modelos de RNA.

No futuramente, temos a perspectiva de investigar os outros parâmetros físico-química de mel e as funções de predição para fazer a avaliação de qualidade de mel.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAYKIN, S. S.; Redes Neurais Princípios e Prática. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GOMES, T; KHAN, A; FERNANDES, R. M; GOMES, N; MARTINS, J. T. Análise multivariáveis de PCA e PLS: um estudo estatístico na qualidade do mel. 59º Congresso Brasileiro de Química, 2019.

SCHLABITZ, C. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel Revista Brasileira de Tecnologia. Agroindustrial 1981-3686/v.04, n.01, p.80-90, 2010. Paraná.