Desempenho da ferramenta Naive Bayes para predição de aguagem no leite cru

Autor(res)

Rafael Fagnani
Paula Gabriela De Oliveira
Josiane Ito Eleodoro
Michele Patricia Felipe
Tainara Ignacio Da Silva

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

UNOPAR / ANHANGUERA - PIZA

Introdução

A adição de água ao leite cru é uma prática fraudulenta que afeta a qualidade, o rendimento industrial e a segurança do consumidor. A crioscopia, método oficial para detecção dessa adulteração, é realizada apenas em tanques coletivos, o que pode mascarar casos isolados. Por outro lado, as análises mensais da composição centesimal do leite individual de cada produtor geram uma base de dados ampla, mas pouco utilizada no controle de qualidade. Este trabalho buscou aplicar o algoritmo Naive Bayes, baseado em aprendizado de máquina, para reconhecer padrões de adulteração a partir de dados centesimais, usando métodos computacionais como ferramenta auxiliar no monitoramento da qualidade do leite.

Objetivo

Desenvolver um modelo preditivo capaz de detectar adição de água em leite cru refrigerado usando as variáveis da composição centesimal. Avaliar a frequência de amostras fora dos limites legais e verificar a relação entre a crioscopia e os demais parâmetros. Testar a eficiência do algoritmo Naive Bayes quanto à sensibilidade e especificidade na identificação de amostras adulteradas.

Material e Métodos

Utilizou-se um conjunto de 2857 amostras de leite bovino, incluindo os valores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, ccs, nitrogênio ureico e crioscopia. A classificação das amostras foi feita com base no índice crioscópico: valores iguais ou acima de -0,530°h foram considerados adulterados (classe 1) e entre -0,531°h e -0,555°h, normais (classe 0). Os dados passaram por processos de limpeza e padronização, sendo divididos em 70% para treino e 30% para teste, com estratificação para manter a proporção das classes. As análises foram realizadas em python utilizando o Naive Bayes, treinado para detectar adulteração baseando-se nos parâmetros centesimais, excluindo a crioscopia. A avaliação do desempenho incluiu as métricas de precisão, recall e f1-score.

Resultados e Discussão

O modelo Naive Bayes apresentou acurácia geral de 96,1%, indicando excelente desempenho na classificação

das amostras. A sensibilidade alcançou 95,3%, evidenciando alta capacidade de identificar corretamente as amostras adulteradas, e a especificidade foi de 96,6%, mostrando eficiência
também na detecção de amostras não adulteradas. O valor preditivo positivo foi de 94,6% e o valor preditivo negativo atingiu 97,0%, demonstrando alta confiabilidade dos resultados emitidos pelo modelo. Esses achados sugerem que o Naive Bayes é uma ferramenta promissora para triagem automatizada de amostras suspeitas, podendo auxiliar de forma prática e eficiente o monitoramento da qualidade do leite cru refrigerado.

Conclusão

O estudo demonstrou que o algoritmo Naive Bayes aplicado à composição centesimal do leite cru apresenta elevado potencial para detectar adulterações por aguagem. Os resultados de acurácia, sensibilidade e especificidade acima de 95% comprovam sua eficácia e confiabilidade, tornando-o uma alternativa moderna e de baixo custo para complementar os métodos convencionais de controle de qualidade do leite. A incorporação de um número ainda maior de dados pode ampliar a robustez e a aplicabilidade desse modelo na rotina da cadeia produtiva.

Agência de Fomento

FUNADESP-Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal. 2019.

- COITINHO, T. B. et al. Adulteration identification in raw milk using Fourier transform infrared spectroscopy. Journal of Food Science and Technology, 2017.
- GASPAROTTO, P. H. et al. Índice crioscópico de leite cru na microrregião de Ji-Paraná–RO. Revista Veterinária em Foco, 2020.
- KAVITHA, P. V.; DEEPA, P. V. Comparative analysis of machine learning methods. AIP Conference Proceedings, 2021.
- MONTOYA, N. V. et al. Wireless Power Transfer Sensing for Milk Adulteration Detection. IEEE RWS, 2022.