Predição de aguagem em leite cru através de Random Forest

Autor(res)

Rafael Fagnani
Paula Gabriela De Oliveira
Michele Patricia Felipe
Josiane Ito Eleodoro

Categoria do Trabalho

1

Instituição

UNOPAR / ANHANGUERA - ARAPONGAS

Introdução

A ADIÇÃO DE ÁGUA AO LEITE CRU É UMA FRAUDE COMUM QUE COMPROMETE A QUALIDADE, O RENDIMENTO INDUSTRIAL E A SEGURANÇA DO CONSUMIDOR. A CRIOSCOPIA, MÉTODO PADRÃO PARA DETECTAR ESSA ADULTERAÇÃO, É APLICADA APENAS EM TANQUES COLETIVOS, PODENDO OCULTAR FRAUDES INDIVIDUAIS. EM CONTRAPARTIDA, A ANÁLISE MENSAL DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO LEITE DE CADA PRODUTOR OFERECE UMA BASE DE DADOS RICA, PORÉM POUCO EXPLORADA NO CONTROLE DE QUALIDADE. ESTE ESTUDO PROPÔS O USO DE ALGORITMOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA, COMO SVM, NAIVE BAYES E REGRESSÃO LOGÍSTICA, PARA IDENTIFICAR PADRÕES DE ADULTERAÇÃO COM BASE NOS PARÂMETROS CENTESIMAIS DO LEITE, UTILIZANDO DADOS LABORATORIAIS ROTINEIROS E MÉTODOS ESTATÍSTICOS MODERNOS COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NA DETECÇÃO DE FRAUDES.

Objetivo

DESENVOLVERAM-SE MODELOS PREDITIVOS DE AGUAGEM EM LEITE CRU REFRIGERADO COM BASE NA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL. AVALIOU-SE A PREVALÊNCIA DE AMOSTRAS FORA DOS PADRÕES LEGAIS E A ASSOCIAÇÃO ENTRE CRIOSCOPIA E VARIÁVEIS CENTESIMAIS. TESTARAM-SE OS ALGORITMOS NAIVE BAYES E SVM QUANTO À SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE NA DETECÇÃO DE ADULTERAÇÕES.

Material e Métodos

FOI UTILIZADO UM BANCO DE DADOS COM 2857 AMOSTRAS DE LEITE DE VACA CONTENDO VALORES DE GORDURA, PROTEÍNA, LACTOSE, SÓLIDOS TOTAIS, CCS, NITROGÊNIO UREICO E CRIOSCOPIA. O ÍNDICE CRIOSCÓPICO FOI UTILIZADO APENAS PARA CLASSIFICAR AS AMOSTRAS QUANTO À ADULTERAÇÃO POR ADIÇÃO DE ÁGUA: VALORES IGUAIS OU SUPERIORES A -0,530°H INDICARAM ADULTERAÇÃO (CLASSE 1), ENQUANTO VALORES ENTRE -0,531°H E -0,555°H INDICARAM AUSÊNCIA DE ADULTERAÇÃO (CLASSE 0). APÓS LIMPEZA E PADRONIZAÇÃO, OS DADOS FORAM DIVIDIDOS EM 70% PARA TREINAMENTO E 30% PARA TESTE, COM DIVISÃO ESTRATIFICADA PARA MANTER A PROPORÇÃO

DAS CLASSES. AS ANÁLISES FORAM REALIZADAS EM PYTHON, UTILIZANDO O ALGORITMO RANDOM FOREST, COMUMENTE APLICADO EM CASOS DE PREDIÇÃO. O MODELO FOI TREINADO PARA PREDIZER A PRESENÇA DE ADULTERAÇÃO COM BASE NOS DEMAIS PARÂMETROS DO LEITE, EXCLUINDO A CRIOSCOPIA, PARA AVALIAR A CAPACIDADE DE DETECTAR ADULTERAÇÃO SEM ESSA VARIÁVEL. O DESEMPENHO FOI AVALIADO POR MEIO DAS MÉTRICAS DE PRECISÃO, RECALL E F1-SCORE.

Resultados e Discussão

O MODELO APRESENTOU ACURÁCIA GERAL DE 79%, SUGERINDO DESEMPENHO SATISFATÓRIO NA CLASSIFICAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS. NO ENTANTO, AO ANALISAR SEPARADAMENTE AS CLASSES, FOI OBSERVADA DISPARIDADE NO DESEMPENHO. PARA A CLASSE ADULTERADA, A PRECISÃO FOI DE 33%, O RECALL DE 52% E O F1-SCORE DE 41%, INDICANDO UMA TAXA ELEVADA DE ERROS, COM DESTAQUE PARA OS FALSOS POSITIVOS E PARA A DIFICULDADE EM IDENTIFICAR CORRETAMENTE TODAS AS AMOSTRAS ADULTERADAS. PARA A CLASSE NÃO ADULTERADA, O DESEMPENHO FOI CONSIDERAVELMENTE MELHOR, COM PRECISÃO DE 92%, RECALL DE 83% E F1-SCORE DE 87%. ESSA DISCREPÂNCIA ENTRE AS CLASSES PODE SER ATRIBUÍDA AO FORTE DESBALANCEAMENTO DA BASE DE DADOS, QUE CONTINHA NÚMERO MUITO SUPERIOR DE AMOSTRAS NORMAIS EM RELAÇÃO ÀS ADULTERADAS. DE MODO GERAL, OS RESULTADOS DEMONSTRAM QUE O MODELO TEM POTENCIAL PARA A TRIAGEM PRELIMINAR DE AMOSTRAS SUSPEITAS DE ADULTERAÇÃO, MAS APONTAM A NECESSIDADE DE AJUSTES PARA MELHORAR A CAPACIDADE DE DETECÇÃO, PRINCIPALMENTE DA CLASSE MINORITÁRIA.

Conclusão

O ESTUDO MOSTROU QUE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO LEITE CRU PODE DETECTAR FRAUDES POR AGUAGEM. O ALGORITMO NAIVE BAYES TEVE MELHOR DESEMPENHO QUE O SVM, COM ALTA ESPECIFICIDADE. APESAR DA BAIXA SENSIBILIDADE, PODE IDENTIFICAR ATÉ 4 EM 10 CASOS. COM MAIS DADOS, OS MODELOS SE TORNAM MAIS ROBUSTOS. A PESQUISA É INOVADORA E PROPÕE ALTERNATIVA MODERNA AOS MÉTODOS TRADICIONAIS.

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.

NETO, H. A. ET AL. DEEP AND ENSEMBLE LEARNING FOR MILK ADULTERATION. BIODATA MINING, 2019.

SANTOS, G. DOS. DETECÇÃO DE FRAUDES EM LEITE CRU REFRIGERADO NA REGIÃO DO ALTO SERTÃO SERGIPANO. 2024.
VIDHYA, S. ET AL. MILK QUALITY PREDICTION USING SUPERVISED ML TECHNIQUES. SPRINGER NATURE SINGAPORE, 2023.