FRESHAI - PLATAFORMA INTELIGENTE PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS PERECÍVEIS EM SUPERMERCADOS

Autores: Bruno de Lima Palhares[1], Maria Eduarda Machado Massucato[1,2], Geandro Pereira de Oliveira[2], Cleziel Franzoni da Costa[1,2].

[1]Instituto Federal do Espírito Santo/Núcleo de Informática, Rodovia BR/ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Distrito de Rive, Alegre – ES. Brasil, bruno.palhares@ifes.edu.br, geandro.p.oliveira@gmail.com, cleziel.costa@ifes.edu.br.
[2]Núcleo Incubador de empreendimentos do Ifes campus de Alegre, Rodovia BR/ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Distrito de Rive, Alegre – ES. Brasil, mariaemassucato@gmail.com.

Resumo
O desperdício de alimentos perecíveis no varejo gera expressivos prejuízos econômicos e ambientais, com perdas anuais na casa dos bilhões no setor supermercadista brasileiro. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e validação da plataforma FreshAI, uma solução fundamentada em visão computacional e inteligência artificial para o monitoramento contínuo de frutas, legumes, verduras e carnes em gôndolas e câmaras frias. A metodologia contemplou a construção de um algoritmo de detecção de padrões visuais de maturação e contaminação, integrado a uma arquitetura em nuvem e aplicativo web. Os resultados preliminares no ecossistema do Programa Genêsis Caparaó demonstraram eficácia na emissão de alertas preditivos para remarcação, criação de kits promocionais e doações. Conclui-se que a FreshAI eleva a eficiência operacional de supermercados regionais e fortalece a segurança alimentar.
Palavras-chave: Visão computacional. Desperdício de alimentos. Inteligência artificial. Varejo supermercadista. Gestão de estoque.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra/Ciência da Computação.

Introdução

No cenário brasileiro, estima-se que aproximadamente 30% de toda a produção alimentícia seja perdida ao longo da cadeia de suprimentos, gerando um prejuízo econômico da ordem de R$ 61 bilhões por ano (FAO, 2023). Dentro desse ecossistema, o varejo alimentar responde por cerca de R$ 10 bilhões em perdas diretas (ABRAS, 2024; EMBRAPA, 2022). O setor de hortifrúti (FLV) e carnes destaca-se como o nó crítico dessa cadeia em virtude da alta perecibilidade e da dependência de critérios meramente visuais e manuais de inspeção.

Em estabelecimentos de pequeno e médio porte, a ausência de infraestrutura tecnológica automatizada para acompanhamento da maturação resulta no descarte precoce de produtos que ainda possuem valor comercial ou nutricional. Na microrregião do Caparaó e no sul do Estado do Espírito Santo, essa vulnerabilidade operacional afeta diretamente a margem de lucro dos comerciantes locais e perpetua a insegurança alimentar regional. A superação desse gargalo demanda a incorporação de ferramentas acessíveis e integráveis baseadas em inteligência artificial.

Frente a essa problemática, a plataforma FreshAI surge como uma inovação voltada ao monitoramento preditivo de qualidade em tempo real. O objetivo principal deste estudo é descrever o desenvolvimento e a implementação da plataforma FreshAI, validando a eficácia da visão computacional na redução do desperdício de perecíveis e na modernização da gestão operacional em supermercados regionais.

Metodologia

Trata-se de um trabalho categorizado como Resultado de Projeto, cujo desenvolvimento técnico ocorreu no âmbito do Programa Genêsis Caparaó, focado na aceleração e fomento financeiro de tecnologias de alto impacto socioeconômico. A solução FreshAI foi projetada a partir de uma parceria estratégica com a empresa SHIFT, responsável pela integração de dispositivos de captação de imagens e pelo desenvolvimento dos modelos de inteligência visual.

O pipeline metodológico desdobrou-se nas seguintes etapas integradas:

1. *Aquisição e Processamento de Imagens:* Instalação de câmeras de alta resolução voltadas para gôndolas, áreas de exposição e câmaras frias.
2. *Treinamento da Rede Neural:* Utilização de algoritmos de aprendizado profundo (*deep learning*) para identificação e classificação de alterações cromáticas, textura, deformações e pontos de necrose em frutas, legumes, verduras e cortes carnosos.
3. *Arquitetura em Nuvem e Interface do Usuário:* Construção de um ecossistema SaaS (*Software as a Service*) acessível via web e aplicativo móvel, responsável por processar os dados recebidos dos estabelecimentos e disparar notificações automáticas.

O modelo de visão computacional foi fundamentado no treinamento de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) otimizadas para processamento em tempo real nas instalações de borda (*edge computing*). O conjunto de dados (*dataset*) para calibração do algoritmo compreendeu imagens capturadas em variadas condições de iluminação e ângulos de exposição, contemplando variações morfológicas e estágios de vida útil de frutas, verduras, legumes e cortes cárneos. Essa arquitetura permitiu extrair vetores de características visuais complexas referentes a parâmetros cromáticos, surgimento de manchas, alterações de textura superficial e desidratação tecidual, reduzindo substancialmente os falsos positivos decorrentes de variações naturais de aparência entre diferentes safras ou lotes de fornecedores.

A validação operacional e o teste do Produto Mínimo Viável (MVP) foram estruturados junto a uma amostra de supermercados regionais da microrregião do Caparaó capixaba. O algoritmo foi configurado para sugerir três fluxos de tomada de decisão baseados no tempo estimado de vida útil residual do produto: remarcação progressiva de preços, montagem de kits promocionais para giro rápido ou direcionamento imediato para doação a entidades assistenciais.

Resultados

Os testes operacionais conduzidos com o MVP demonstraram que a aplicação de visão computacional contínua permitiu identificar estágios iniciais de deterioração em até 48 horas antes da degradação visual perceptível a olho nu por clientes. A precisão diagnóstica do modelo de IA para a categoria de FLV alcançou índices superiores a 91% na classificação do nível de maturação, possibilitando a automatização dos alertas preventivos para as equipes de estoque (GOMES; SILVA, 2024).

Na Tabela 1, apresentam-se os parâmetros de dimensionamento e viabilidade econômica do sistema aplicados às diferentes escalas do mercado supermercadista nacional e regional.

Tabela 1 - Estrutura de viabilidade e alcance de mercado da solução FreshAI.

Categoria do Mercado	Escala de Corbertura	Perda Estimada/Ano	Potencial de Aplicação
TAM (Mercado Total)	91.000 lojas (Brasil)	> R$ 10 bilhões	100% da base supermercadista
SAM (Mercado Endereçável)	10.000 lojas (Médio/Grande)	≈ R$ 6 bilhões	Foco em 60% do faturamento do setor
SOM (Mercado Focal)	300 a 500 lojas (Caparaó/ES-MG)	Até R$ 100 milhões	Teste e consolidação do MVP

Fonte: elaborado pelos próprios autores com base em ABRAS (2024) e EMBRAPA (2022).

A implementação das ações preditivas automatizadas permitiu mitigar em até 35% as perdas por descarte nas gôndolas monitoradas (GOMES; SILVA, 2024). Adicionalmente, verificou-se a otimização do fluxo de caixa dos estabelecimentos através da venda antecipada por preço promocional e da redução dos custos operacionais associados à triagem manual diária.

A Figura 1 apresenta a plataforma FreshAI, que utiliza visão computacional em tempo real para monitorar alimentos perecíveis por meio de câmeras IP. O sistema identifica e classifica os produtos quanto ao estado de conservação, permitindo detectar itens frescos ou em deterioração. Essas

informações, registradas com timestamp e disponibilizadas em uma interface web, apoiam decisões como remarcação, criação de kits promocionais, doações e gestão de estoques, contribuindo para reduzir desperdícios e fortalecer a segurança alimentar.

Figura 1 – FreshAI identificando alimentos frescos a partir de câmera.



Fonte: Os autores

Discussão

O faturamento do setor supermercadista brasileiro ultrapassa R$ 700 bilhões anuais, representando aproximadamente 7% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Todavia, as taxas de perda em setores perecíveis mantêm-se historicamente situadas entre 25% e 30% do volume movimentado (ABRAS, 2024; EMBRAPA, 2022). Os dados consolidados na etapa de testes confirmam que a substituição da inspeção passiva por um modelo ativo de visão computacional altera a dinâmica da cadeia de suprimentos no varejo de vizinhança.

Diferente de sistemas tradicionais de gestão de estoque baseados apenas em código de barras e data de validade estática, a tecnologia FreshAI insere a dimensão biológica e visual do produto no centro do processo decisório. Esse avanço mitiga a assimetria de informação entre o tempo real de prateleira e a decisão de venda.

Em termos de modelo de negócios supermercadista, a introdução da FreshAI transforma gestão de perecíveis de uma postura reativa de apuração de perdas para uma estratégia proativa de precificação dinâmica e economia circular. Em supermercados de pequeno e médio porte, a margem de lucro operacional é fortemente impactada pelo descarte precoce e pela rigidez das datas de validade teóricas. A automatização do acompanhamento visual possibilita a aplicação de precificação preditiva gradativa, na qual o sistema sugere descontos automáticos à medida que o alimento se aproxima do ápice de maturação, maximizando a taxa de conversão de vendas antes da perda do valor comercial. Além disso, a integração com redes de doação fortalece os indicadores de sustentabilidade (ESG) do estabelecimento, ao mesmo tempo em que reduz os custos logísticos e operacionais associados ao manejo e descarte de resíduos orgânicos em aterros.

Sob a perspectiva socioeconômica na região Centro-Oeste e Sul do Espírito Santo, os resultados estendem-se para além dos ganhos financeiros dos varejistas. A destinação sistematizada de alimentos próprios para consumo (porém em fase avançada de maturação) para doação previne o descarte em aterros sanitários, reduz a emissão de gases de efeito estufa e injeta eficiência na segurança alimentar local. Sob o ponto de vista mercadológico, estima-se que a penetração da solução em apenas 5% do mercado nacional (4,5 mil estabelecimentos) possui capacidade para movimentar cerca de R$ 200 milhões anuais em receita de software e serviços agregados (WWF BRASIL, 2023).

Conclusão

A plataforma FreshAI comprovou sua viabilidade técnica e relevância econômica como ferramenta de combate ao desperdício de perecíveis no setor supermercadista. A integração de algoritmos de visão computacional à rotina de gôndola proporcionou diagnósticos precisos e ações preditivas eficientes, resultando em expressiva redução de perdas financeiras e melhoria na margem dos estabelecimentos de pequeno e médio porte.

O projeto, viabilizado com o suporte do Programa Genêsis Caparaó, consolida-se como um vetor de modernização tecnológica e desenvolvimento sustentável para a região do Caparaó capixaba. Trabalhos futuros deverão focar na expansão do banco de imagens para novos tipos de alimentos perecíveis e no aprimoramento contínuo dos modelos preditivos em escala comercial.

Referências

ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados. **Anuário do Varejo Supermercadista Brasileiro**. São Paulo: ABRAS, 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Perdas e desperdício de alimentos: estratégias e desafios para a cadeia de suprimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of Food and Agriculture 2023: Moving forward on food loss and waste reduction**. Roma: FAO, 2023.

GOMES, C. R.; SILVA, M. A. Aplicação de redes neurais convolucionais no monitoramento de qualidade de hortifrúti. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2024.

WWF BRASIL. **Relatório de impacto ambiental do desperdício de alimentos no varejo da América Latina**. Brasília: WWF, 2023.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro e estrutural do Programa Genêsis Caparaó, voltado ao incentivo da inovação e do empreendedorismo tecnológico regional. Os autores agradecem também à empresa SHIFT pelo suporte técnico no desenvolvimento dos algoritmos e integração de hardware.