

Estudo de caso da Correlação entre o IDH, Tamanho da População e o
Desperdício de Alimentos

Desperdício de alimentos por população e o IDH nacional

FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI DE DESENVOLVIMENTO
GERENCIAL FATESG

Tecnologia em Inteligência Artificial

Big Data e Data Science

Elaborado por

Bismark do Nascimento Brito

Marcelo Carneiro Moraes

Pablo Henrique Miranda

Professor

Willgnner Ferreira Santos

GOIÂNIA

2025

Estudo de caso da Correlação entre o IDH, Tamanho da População e o Desperdício de Alimentos

Relatório técnico apresentado como requisito parcial para obtenção de aprovação na disciplina Mineração de Dados, Big Data e Data Science, no Curso de Tecnologia em Inteligência Artificial, na Faculdade SENAI Fatesg de Goiás.

Prof. M. Sc. Willgnner Ferreira Santos

Goiânia

2025

RESUMO

Neste trabalho, buscaremos determinar através de dados públicos contidos no Repositório do Kaggle.com, datasets de “Desperdício de Alimentos da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (2023)” e do “IDH e população da ONU (2022)”, para relacionar através de análise cruzada, e extrair a estimativa de desperdício de alimentos, presentes no varejo, serviços de alimentação e domicílios destes países, relacionando com o IDH e o índice populacional de cada país de referência. A utilização das referidas bases de dados e coleta destes, processando por ETL, ou método manual através das planilhas eletrônicas com o seu armazenamento em um Banco de Dados NoSQL, o MongoDB será o utilizado, e assim extrair as possíveis correlações existentes.

Palavras-chave: Alimento; desperdício, população, IDH.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	DESENVOLVIMENTO.....	7
2.1	OBJETIVO GERAL.....	10
2.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2.2	METODOLOGIA.....	11
2.3	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	13
2.4	RESULTADOS.....	14
3	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	15
APÊNDICE A – Título do apêndice.....		18
REFERÊNCIAS		20

1 INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos é um problema global que afeta não apenas a segurança alimentar, de milhões de indivíduos, mas também o meio ambiente e a economia. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estima que um terço da produção mundial de alimentos é perdido ou desperdiçado, seja na colheita, transporte, armazenamento e no manuseio. Neste contexto, a compreensão das dinâmicas do desperdício de alimentos em diferentes países é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de redução. A metodologia e ferramentas utilizadas procura identificar padrões e tendências do desperdício, ao considerar a população em relação ao IDH daquele país.

2 DESENVOLVIMENTO

Para contextualizarmos sobre o tema é preciso entender a diferença entre perdas e desperdícios de alimento (PDA). De um modo geral, as perdas são provenientes, principalmente durante a produção, pós-colheita e o processamento, onde o alimento é danificado ou não colhido; já o desperdício se define como o descarte intencional, de alimentos apropriados ao consumo humano, portanto advindo de um comportamento humano (FAO, 2013).

A tecnologia tem um papel relevante na sociedade moderna, seus avanços são excepcionais nos mais variados segmentos da sociedade, neste contexto, este trabalho busca através da tecnologia de Big Data, encontrar correlações entre o desperdício de alimento, em populações distintas e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), para contribuir no desenvolvimento do tema.

Neste relatório técnico-científico, descrevemos a como a teoria de Big Data desenvolve o processo de procura de dados, normalização, extração, armazenamento, cruzamento dos dados e apresentação de resultados obtidos.

A metodologia em Big Data estabelecida para esta pesquisa, inicia-se na busca por banco de dados oficiais com as informações pertinentes à resposta que procuramos. Inicialmente a busca por Dataset contendo os dados que se correlacionam.

OBTENÇÃO DOS DADOS

Utilizamos o repositório Kaggle.com, onde após uma busca extensa, selecionamos os datasets de “Desperdício de Alimentos da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (2023)” e do “IDH e população da ONU (2023)”, que formam a base de nosso estudo.

PROCESSAMENTO DOS DADOS

Após o download do arquivo em formato CSV do Kaggle e levantado 3 planilhas de informações para a normalização pelo processo de ETL.

ARMAZENAMENTO EM NUVEM NO MongoDB Atlas

O MongoDB Atlas foi escolhido devido as vantagens necessárias ao nosso estudo, destacando-se: Gerenciamento automatizado de infraestrutura, alta disponibilidade e escalabilidade horizontal, Integração nativa com ferramentas de análise e visualização, Painel de administração intuitivo para criação e gerenciamento.

DESENVOLVIMENTO DO BACK-END/FRONT-END PARA A ANÁLISE DOS DADOS

O servidor Web Back-end com FastAPI é responsável pelo fornecimento de dados a uma aplicação front-end, utilizando a biblioteca FastAPI. A estrutura foi desenvolvida para oferecer uma interface de comunicação eficiente entre o sistema e o banco de dados, permitindo a entrega de dados em formato JSON.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A criação da página web com Streamlit integrada a uma API via rota '/mongo' é a solução eficaz para a visualização e a análise dos dados. A transformação dos resultados dos dados no formato JSON em DataFrame, garante a flexibilidade analítica, enquanto a interface permite uma apresentação fluida e poderosa em cruzamentos complexos dos dados. Essa abordagem estabelece uma base sólida para o desenvolvimento contínuo da aplicação e integração com outras ferramentas de ciência de dados.

DISCUSSÃO

A ligação estabelecida entre o tamanho da população e o desperdício de alimentos, sugerido na introdução deste estudo, menciona que pesquisas anteriores, indicaram que a quantidade de perdas ou desperdício de alimentos é frequentemente proporcional ao tamanho da população. Isto sugere que em uma relação direta onde em populações maiores, a tendência é a produção de maiores quantidades de resíduos no total. Esta afirmação fornece uma confirmação geral de uma relação

positiva entre a população total de um país e a quantidade total de desperdício que ele gera.

Uma maior base populacional levaria, naturalmente, a um maior volume total de consumo de alimentos e conseqüentemente, a uma maior quantidade total de desperdício de alimentos, assumindo que outros fatores, como o consumo per capita e as taxas de desperdício, permaneçam relativamente constantes. Mesmo que a quantidade média de alimentos desperdiçados por pessoa seja a mesma, um país com uma população maior, inevitavelmente terá uma maior quantidade total de resíduos.

A classificação dos países com o maior desperdício de alimentos por ano, frequentemente se alinha com a classificação dos países mais populosos. Isto reforça a ideia de que a quantidade total de desperdício de alimentos é fortemente influenciada pelo número de pessoas de um país.

RESULTADOS ENCONTRADOS

Padrões Observados em Diferentes Grupos de IDH:

Países com IDH muito alto apresentam variações significativas no desperdício:

Noruega (IDH 0,966): 98 kg/capita/ano

Austrália (IDH 0,946): 133 kg/capita/ano

Alemanha (IDH 0,95): 102 kg/capita/ano

Japão (IDH 0,92): 88 kg/capita/ano

Países com IDH médio também mostram grande variabilidade:

México (IDH 0,781): 138 kg/capita/ano

Brasil (IDH 0,760): 104 kg/capita/ano

China (IDH 0,788): 126 kg/capita/ano

Curiosamente, alguns países com IDH baixo apresentam valores surpreendentemente altos:

Nigéria (IDH 0,548): 233 kg/capita/ano

Ruanda (IDH 0,548): 208 kg/capita/ano

Na análise dos dados de desperdício de Alimentos Per Capita: Os dados sobre o desperdício em países com diferentes níveis de IDH revelam um quadro complexo que nem sempre se conforma a uma relação linear simples.

Surpreendentemente, este relatório afirma que a média global de 74 kg de alimentos desperdiçados per capita por ano é notavelmente semelhante entre países de renda média-baixa e alta. Isto sugere que, embora as razões e as fases do desperdício possam diferir, a quantidade de alimentos desperdiçados por pessoa pode ser comparável numa ampla gama de níveis de desenvolvimento.

2.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa propõe analisar a correlação entre o desperdício de alimentos, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o índice populacional de países, identificando padrões geográficos e socioeconômicos que possam subsidiar políticas públicas e iniciativas sustentáveis para a redução do desperdício.

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver infraestrutura tecnológica

- Implementar um banco de dados (MongoDB Atlas) para armazenar e gerenciar dados de desperdício de alimentos, IDH e população, integrando bases da FAO e da ONU via scripts Python.

2. Identificar correlações estatísticas

Aplicar análises cruzadas entre os datasets para verificar relações entre:

- Níveis de desperdício de alimentos no varejo, serviços alimentícios e domicílios;
- IDH e crescimento populacional dos países.

3. Criar ferramentas de visualização interativa

- Desenvolver uma interface web (Streamlit) para exibir gráficos, mapas e tabelas dinâmicas, permitindo a exploração intuitiva dos dados e correlações identificadas.
4. Propor recomendações baseadas em evidências
- Elaborar diretrizes para redução do desperdício de alimentos, considerando o contexto socioeconômico (IDH) e demográfico de cada região analisada.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Obtenção dos dados:

Neste relatório técnico-científico, descrevemos a utilização de dados obtidos a partir de um repositório público no Kaggle.com. Nos datasets selecionados o download foi feito em arquivo formato de tabela CSV. Os datasets selecionados contém informações como: País, ano de referência, quantidade de alimentos desperdiçados (em toneladas), categoria de alimento ou setor responsável (doméstico, industrial, agrícola, etc.).

2.2.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS:

Após o download do arquivo CSV do Kaggle, os dados foram tratados utilizando método manual, em planilha eletrônica, por conta de estarmos tratando com uma quantidade de dados relativamente baixa, para acompanhamento e interpretação dos dados e limpeza de ruídos que foram sendo detectados durante a busca dos dados. Na aplicação do ETL, a leitura nos arquivos foi realizada a verificação dos dados para detectar inconsistências e proceder a normalização de conversão de tipos de dados e preparação. Com os dados devidamente estruturados estes foram armazenados no banco MongoDB Atlas.

2.2.3 ARMAZENAMENTO DOS DADOS:

A utilização de arquivos CSV como fonte de dados, aliada ao MongoDB Atlas, como sistema de armazenamento em nuvem, mostra-se eficiente para centralizar informações de forma estruturada. A integração com Python proporciona agilidade na

manipulação e persistência de grandes volumes de dados, promovendo acessibilidade e escalabilidade para análises futuras.

Portanto a utilização do MongoDB Atlas foi uma solução, dentre várias outras pesquisadas, para o armazenamento e consulta de dados utilizados, de diferentes localidades e permitir a inserção remota de dados através de scripts externos e garantir a disponibilidade e acesso seguro aos dados.

A conexão ao banco de dados em nuvem é realizada utilizando a biblioteca pymongo, através da URL de acesso fornecida pela plataforma MongoDB Atlas. É necessário configurar a string de conexão com o nome do usuário, senha e cluster adequados. Um servidor Web no Back-end foi construído pela biblioteca FastAPI, uma ferramenta moderna e de alto desempenho para a criação de APIs com Python.

2.2.4 DESENVOLVIMENTO DO BACK-END/FRONT-END

A FastAPI destaca-se por sua simplicidade, rapidez e suporte a recursos como validação automática de dados e documentação integrada. A estrutura da aplicação consiste em uma página web que realiza uma requisição ao back-end por meio da rota '/mongo'. Esta rota tem como finalidade atender às requisições originadas do front-end, buscando dados armazenados no banco de dados MongoDB Atlas. Ao receber a requisição HTTP do tipo GET nessa rota, o servidor realiza uma consulta ao banco de dados. A comunicação entre front-end e back-end ocorre por meio desta requisição HTTP, que permite o envio e recebimento de dados de forma segura e eficiente. Após a conversão dos dados, o servidor envia a resposta ao cliente, contendo o JSON estruturado com os dados requisitados.

2.2.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados obtidos na consulta convertidos para o formato JSON é fundamental para garantir a interoperabilidade entre sistemas, permitindo que os dados sejam manipulados com facilidade em diferentes camadas da aplicação, como o front-end desenvolvido com Streamlit, recuperando os registros pertinentes e retornando as informações em formato JSON. Esse processo assegura que o front-end receba as informações de forma padronizada, permitindo sua posterior análise, visualização e tratamento.

2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

2.3.1 CONFIGURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Plataforma: Utilizou-se o MongoDB Atlas, serviço de banco de dados em nuvem, para armazenamento e gerenciamento dos dados.

Estrutura do Banco de Dados:

Banco de dados criado: `IDH`.

Coleção: `idh`, responsável por armazenar os dados de IDH e população dos países.

Carga de Dados: Os dados foram inseridos via script Python, garantindo integridade e estruturação adequada.

2.3.2 SCRIPT PARA ARMAZENAMENTO DOS DADOS

Bibliotecas utilizadas:

- pandas: Para manipulação do arquivo CSV;
- pymongo: Para interação com o MongoDB;

2.3.3 SERVIDOR WEB (Back-end)

Framework: Desenvolvido com FastAPI, criando uma API REST para acesso aos dados.

Endpoint: Rota `/mongo`: Responsável por consultar o banco de dados e retornar os resultados em formato JSON.

Bibliotecas utilizadas:

- fastapi: Para criação do servidor web;
- uvicorn: Para execução do servidor (comando: `uvicorn main: app reload``).

2.3.4 INTERFACE WEB (Front-end)

Framework: Desenvolvida com Streamlit, permitindo visualização interativa dos dados.

Fluxo:

1. Requisição HTTP à rota `/mongo` do back-end.

2. Conversão do JSON retornado em DataFrame.
3. Análise e visualização dos dados com bibliotecas gráficas.

Bibliotecas utilizadas:

- streamlit: Para construção da interface.
- requests: Para comunicação com o back-end.
- matplotlib e seaborn: Para geração de gráficos.
- pydeck: Para visualizações geográficas (opcional).

2.3.5 FLUXO DE TRABALHO INTEGRADO

1. Extração: Dados brutos do Kaggle (CSV), Processados via Python;
2. Transformação: Limpeza e estruturação no DataFrame;
3. Carga: Inserção no MongoDB Atlas;
4. Consulta: API REST (FastAPI) disponibiliza dados para o front-end;
5. Visualização: Streamlit exibe gráficos e tabelas interativas.

2.4 RESULTADOS

O desperdício de alimentos per capita pode ser influenciado por um conjunto mais amplo de fatores além do nível de IDH de um país, incluindo normas culturais, hábitos de consumo e a eficiência dos sistemas de gestão de resíduos. Esta descoberta desafia a suposição de que um maior desenvolvimento se traduz automaticamente num desperdício de alimentos per capita proporcionalmente maior, indicando que outras variáveis desempenham um papel moderador significativo.

Possíveis Explicações para os Padrões Observados

A ausência de uma correlação linear clara pode ser explicada por diversos fatores que interagem de maneira complexa: Relação em Forma de "U" Invertido. Uma hipótese plausível é que o desperdício de alimentos segue uma curva em forma de "U" invertido em relação ao IDH. Países de IDH muito baixo podem desperdiçar menos devido à escassez de recursos, seguido por um aumento no desperdício à medida que

o poder aquisitivo cresce (IDH médio), e posteriormente uma redução nos países mais desenvolvidos devido a melhores sistemas de gestão de resíduos e maior conscientização ambiental.

Diferenças Setoriais no Desperdício

Os dados mostram que os padrões de desperdício variam significativamente entre os setores doméstico, varejo e serviços de alimentação. Por exemplo: Em países de alto IDH como Alemanha, o desperdício no varejo é relativamente baixo (6 kg/capita/ano) comparado ao doméstico (75 kg/capita/ano). O Japão tem um desperdício total moderado (88 kg/capita/ano), com uma distribuição mais equilibrada entre os setores.

Fatores Culturais e Regionais

A variação observada sugere que fatores culturais e regionais podem ter maior influência no desperdício alimentar do que o IDH isoladamente. Diferentes abordagens culturais em relação à comida, tradições culinárias e padrões de consumo podem explicar por que alguns países com IDH semelhante apresentam níveis de desperdício muito diferentes.

3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É importante considerar algumas limitações fundamentais nesta análise.

Confiabilidade dos Dados: Os níveis de confiança das estimativas variam significativamente entre os países. Muitas nações têm classificação "Very Low Confidence" (Confiança Muito Baixa), indicando que os dados podem não ser precisos para todos os países analisados.

Fatores não Considerados:

A análise bivariada (IDH x desperdício) não considera outros fatores importantes como:

- Sistemas de distribuição de alimentos
- Políticas públicas de gestão de resíduos
- Urbanização
- Condições climáticas que afetam a conservação de alimentos

Com base nos dados disponíveis, não há evidência de uma correlação linear simples entre IDH e desperdício de alimentos. A relação parece ser mais complexa e provavelmente influenciada por diversos fatores socioeconômicos, culturais e geográficos.

Sintetizando as Descobertas:

A relação entre o IDH e o desperdício de alimentos é multifacetada. Embora a pesquisa sugira uma tendência geral de aumento da geração de resíduos per capita com um IDH mais elevado, particularmente ligada à riqueza, nem sempre o quadro é simples. Os níveis de desperdício de alimentos per capita podem ser semelhantes numa variedade de níveis de IDH, e as principais causas e fases de perda e desperdício diferem significativamente. O tamanho da população geralmente está diretamente correlacionado com o desperdício total de alimentos, enquanto o impacto da urbanização no desperdício per capita parece ser influenciado pelo nível de desenvolvimento.

Implicações para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

Compreender as intrincadas relações entre o IDH, a população e o desperdício de alimentos é essencial para alcançar as metas estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, particularmente na ODS2, a meta do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12, especificamente o 12.3, que visa reduzir o desperdício de alimentos, proposta a ser alcançada até o ano de 2030 é essencial.

Estratégias eficazes para reduzir o desperdício de alimentos devem ser adaptadas aos contextos específicos dos países em diferentes níveis de desenvolvimento, abordando os principais impulsionadores da perda e do desperdício em cada caso.

Direções para Futuras Pesquisas:

São necessárias mais pesquisas para explorar os fatores culturais e comportamentais matizados que medeiam a relação entre o IDH e o desperdício de alimentos. Investigar a eficácia de diferentes intervenções políticas e soluções tecnológicas em vários níveis de IDH também seria valioso. Além disso, o desenvolvimento de conjuntos de dados globais mais abrangentes e padronizados sobre o desperdício de alimentos, discriminados por IDH e outros indicadores socioeconômicos é crucial para uma compreensão mais profunda desta questão complexa. Pesquisas realizadas apontam que a faixa etária de uma população pode alterar estes resultados, pois, constatou-se que o indivíduo com mais idade tende a desperdiçar menos, portanto, a inclusão dados da pirâmide etária da população pode melhorar a acurácia dos resultados.

APÊNDICE A – Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO

Dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2013), informa que 1,3 bilhão de toneladas de alimento são descartados globalmente. Hoje, todos os segmentos, econômicos e sociais são acometidos pelo desequilíbrio ambiental em nosso planeta. “... a FAO avalia que os prejuízos econômicos gerados pelo desperdício de alimentos sejam da ordem de US\$ 700 bilhões do ponto de vista ambiental e US\$ 900 bilhões na dimensão social”, no âmbito do desperdício de alimentos este valor é estimado em US\$ 2,6 trilhões por ano, o que corresponde ao PIB do Reino Unido (FAO, 2014). O tema tem tanta relevância que levou diversos países firmarem compromissos em marcos estratégicos internacionais como:

“O acordo de Paris firmado na 21.^a Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a Agenda 2030 e o Plano da Comunidade de Estados La no-Americanos e Caribenhos para a Segurança Alimentar, Nutrição e Erradicação da Fome 2025 (Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional, 2017)”.

Reduzir o desperdício de alimentos é a forma mais sustentável de diminuir perdas de recursos naturais. E reduzir o desperdício de alimentos pela metade per capita mundial, em nível de varejo e do consumidor final. É uma das metas relacionadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 2), que promove acabar com a fome e garantir o acesso a alimentos nutritivos e suficientes para todas as pessoas, duplicar a produtividade agrícola e o rendimento dos pequenos produtores de alimentos, foram aprovados pelas Nações Unidas.

O direito a alimentação foi consagrado no Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (PIDESC), através do direito fundamental de estar ao abrigo da fome e do direito a uma alimentação adequada (Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). No Brasil no ano de 2006, foi criado o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PSAN), pelo Art. 3º, da Lei 11.346/2006, política que estabeleceu diretrizes, como o incentivo ao abastecimento, a organização de sistemas agroecológicos, sustentáveis e descentralizados, por agricultura familiar e comunidades tradicionais, abrangendo desde a produção,

processamento e distribuição. A escolha de sistemas locais é mais adequado, permitindo minimizar as perdas e evitando o desperdício de energia e alimentos.

Portanto, o desperdício de alimentos, também tem como consequência a fome. Na década de 50 o cientista, escritor brasileiro e embaixador na Suíça, consagrado e premiado mundialmente, Josué Apolônio de Castro (1908-1974), que em 1951 foi eleito presidente do Conselho Executivo da FAO, entre os anos de 1952 e 1956, propôs a criação de uma reserva mundial contra a fome, contrariando os interesses dos grupos econômicos nacionais e internacionais. Em sua obra “Geopolítica da Fome” (1952), traduzida em 15 idiomas, Josué de Castro aborda o tema pelo viés da produção e distribuição de alimentos, contradizendo a teoria malthusiana, afirmando que a produção, já na década de 50, era superior a demanda, em clara demonstração que a má distribuição, economia e as incipientes políticas sociais, induzia a má distribuição de alimentos, setenta e três anos depois parece que ele ainda tem razão.

Atualmente mais de 700 milhões de pessoas sofrem com desnutrição, na África subsaariana, 22,5% da população sofrem de desnutrição, os números também aumentam no oeste da Ásia e ao norte da África, 148,1 milhões são crianças com menos de 5 anos, FAO (2022). Segundo a FAO as principais causas são a falta de sistemas de produção alimentar e agrícola sustentáveis, desperdício de alimentos e alta vulnerabilidade de determinadas populações a desastres naturais e conflitos bélicos.

REFERÊNCIAS

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). [s.d.]. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

WFP, World Food Programme Official. [s.d.]. Disponível em: <https://www.wfp.org/>. Acesso em: 27 mar. 2025.

CASTRO, J. Geopolítica da Fome: ensaio sobre os problemas de alimentação e de população do mundo. 5. ed. Vol .1. Rio de Janeiro: Editora Brasileira, 1959.

KAGGLE. Kaggle. [s.d.]. Disponível em: <https://www.kaggle.com/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10719: apresentação de relatórios técnico-científicos. Rio de Janeiro, 2011. 9 p.