

Sistema de Apoio à Decisão Nutricional com Algoritmo KNN

Roger da Palma Culau

Orientador: Prof. Herysson Rodrigues Figueiredo

Curso de Ciência da Computação
Universidade Franciscana (UFN)
Santa Maria – RS

2025

Sumário

1 Introdução

2 Objetivos

3 Fundamentos de Nutrição

4 Metodologia

5 Projeto e Implementação

6 Resultados

7 Conclusão

Introdução

- A alimentação adequada é fundamental para a manutenção da saúde, prevenção de doenças crônicas e qualidade de vida.
- Pacientes com restrições alimentares precisam de substituições que preservem o perfil nutricional, o que torna a escolha manual de alimentos uma tarefa complexa e demorada.
- A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) reúne dados nutricionais detalhados, mas em formato pouco prático para o uso direto na rotina do profissional.
- Nesse contexto, um Sistema de Apoio à Decisão que utiliza técnicas de aprendizado de máquina, como o algoritmo KNN, pode transformar esses dados em recomendações nutricionais mais ágeis, consistentes e personalizadas.

Objetivo Geral

Desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão para auxiliar nutricionistas na substituição de alimentos, com base em perfis nutricionais semelhantes obtidos a partir da Tabela TACO e do algoritmo KNN.

Fundamentos de Nutrição

- Nutrição envolve processos de ingestão, digestão, absorção e utilização de nutrientes.
- Equilíbrio entre:
 - **Macronutrientes:** carboidratos, proteínas, lipídeos;
 - **Micronutrientes:** vitaminas e minerais.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)

- Uma das principais referências nacionais em composição centesimal de alimentos.
- Disponibiliza, para cada alimento:
 - Energia (kcal);
 - Macronutrientes (carboidratos, proteínas, lipídeos);
 - Diversos micronutrientes.
- É utilizada como base de dados do sistema.
- Permite a construção de vetores nutricionais para fins de comparação.

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)

- Componentes principais:
 - ① Base de dados com informações;
 - ② Base de modelo;
 - ③ Interface para interação com o decisor.

Algoritmo K-Nearest Neighbors (KNN)

- Técnica de aprendizado supervisionado baseada em instâncias.
- Busca de seus vizinhos mais próximos.
- Depende da definição de uma métrica de distância no espaço de características.

Ferramentas e Tecnologias

- **Python** – implementação do backend e do algoritmo KNN.
- **FastAPI** – framework para criação da API REST.
- **SQLite** – banco de dados relacional leve para armazenamento da TACO.
- **React / Expo** – desenvolvimento da interface web.
- **HTML / CSS** – estruturação e estilização da camada visual.
- **GitHub** – controle de versão e repositório do código-fonte.

Metodologia de Desenvolvimento

- Utilização de práticas do framework *Scrum*, adaptadas ao contexto acadêmico:
 - Sprints alinhadas ao calendário do curso.
 - Acompanhamento periódico com o orientador.
- Uso de quadro de tarefas (Trello) e versionamento com Git.

Visão Geral do Sistema

- Sistema de Apoio à Decisão voltado à recomendação de alimentos substitutos.
- Fluxo principal:
 - ① Seleção de um alimento de referência.
 - ② Definição dos nutrientes que devem compor o perfil.
 - ③ Aplicação do KNN sobre a base TACO.
 - ④ Exibição de uma lista de alimentos similares com pontuação de similaridade.

Requisitos e Histórias de Usuário

- Requisitos especificados em formato de histórias de usuário.
- Agrupamento em quatro épicos:
 - ① Entrada de Dados
 - ② Processamento com KNN
 - ③ Exibição de Resultados
 - ④ Interface e Usabilidade
- Exemplo: informar alimento de referência, ajustar nutrientes considerados e visualizar lista de recomendações.

Construção da Base de Dados

- Utilização de arquivo TACO.json como fonte de dados.
- Conversão para **SQLite**:
 - Cada registro JSON torna-se uma linha na tabela de alimentos.
 - Atributos como id, description, category, energy_kcal, entre outros.
- Tratamento de dados:
 - Conversão de valores “NA” e “Tr” para nulos;
 - Normalização de formatos numéricicos com vírgula decimal;
 - Arredondamento controlado conforme o nutriente.

```
1 [ {  
2   "id": 1,  
3   "description": "Arroz, integral, cozido",  
4   "category": "Cereais e derivados",  
5   "humidity_percents": 70.13866666666667,  
6   "energy_kcal": 123.5348925,  
7   "energy_kj": 516.86999022,  
8   "protein_g": 2.58825,  
9   "lipid_g": 1.000333333333333,  
10  "cholesterol_mg": "NA",  
11  "carbohydrate_g": 25.80975,  
12  "fiber_g": 2.749333333333333,  
13  "ashes_g": 0.463,  
14  "calcium_mg": 5.204,  
15  "magnesium_mg": 58.702,  
16  "manganese_mg": 0.627333333333333,  
17  "phosphorus_mg": 105.853,  
18  "iron_mg": 0.262,  
19  "sodium_mg": 1.24466666666667,  
20  "potassium_mg": 75.1516666666667,  
21  "copper_mg": 0.020333333333333,  
22  "zinc_mg": 0.682666666666667,  
23  "retinol_mcg": "NA",  
24  "re_mcg": "",  
25  "rae_mcg": "",  
26  "thiamine_mg": 0.08,  
27  "riboflavin_mg": "Tr",  
28 }
```

KNN no Backend

- Backend em Python com API e acesso ao banco SQLite.
- Etapas principais:
 - ① Seleção das colunas nutricionais a partir dos parâmetros da requisição.
 - ② Carregamento do vetor do alimento base.
 - ③ Montagem da matriz de candidatos.
 - ④ Aplicação do KNN e ordenação por similaridade.
- Pré-processamento:
 - Imputação de valores ausentes;
 - Normalização z-score para harmonizar escalas entre nutrientes.

Distância e Pontuação de Similaridade

- Distância calculada em espaço de atributos normalizados.
- Exemplo de distância euclidiana:

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

- Conversão da distância em score de similaridade (0 a 100):
 - Distâncias mínima e máxima utilizadas em normalização linear;
 - Menor distância recebe score mais elevado;
 - Limitação do score ao intervalo [0, 100].

Interface Web

NutriFinder Início Sobre ☀ Claro

Tabela de Busca de similaridade Nutricional

Usada como referencia Tabela TACO

Plataforma nutricional completa: pesquise alimentos e encontre similares com base em seus perfis nutricionais.

Pesquisar alimento...

Pesquisar

Todos
Ver Todos

Alimentos p...
Ver Alimentos
preparados

Bebidas (alc...
Ver Bebidas
(alcoólicas e não
alcoólicas)

Carnes e de...
Ver Carnes e
derivados

NutriFinder Início Sobre ☀ Escuro

Tabela de Busca de similaridade Nutricional

Usada como referencia Tabela TACO

Plataforma nutricional completa: pesquise alimentos e encontre similares com base em seus perfis nutricionais.

Pesquisar alimento...

Pesquisar

Todos
Ver Todos

Alimentos p...
Ver Alimentos
preparados

Bebidas (alc...
Ver Bebidas
(alcoólicas e não
alcoólicas)

Carnes e de...
Ver Carnes e
derivados

16 / 20

Demonstração de Uso

- Seleção de alimento base a partir da TACO.
- Definição de nutrientes.
- Execução da recomendação e exibição da lista de alimentos similares.
 - link video demonstração - <https://www.youtube.com/watch?v=EwvDNpPti2U>

Conclusões

- O sistema integra:
 - Base de dados TACO em SQLite;
 - Algoritmo KNN calcula e exibe os mais similares;
 - Interface amigável e responsiva para interação com o usuário.
- O objetivo de apoiar a substituição de alimentos com base em perfis nutricionais semelhantes foi atingido.
- O sistema reduz o esforço manual e oferece critérios mais padronizados de comparação.

Limitações e Trabalhos Futuros

- **Limitações:**

- Dependência da TACO como única fonte de dados;
- Ausência de personalização por paciente;
- Uso de uma métrica de distância.

- **Trabalhos futuros:**

- Testes com nutricionistas em ambiente real;
- Inclusão de outros bancos de alimentos;
- Incluir cálculo com peso para os alimentos;
- Pesquisas de novas métricas de similaridade e visualizações.

Agradecimentos

Obrigado pela atenção!

Fico à disposição para perguntas.