

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.

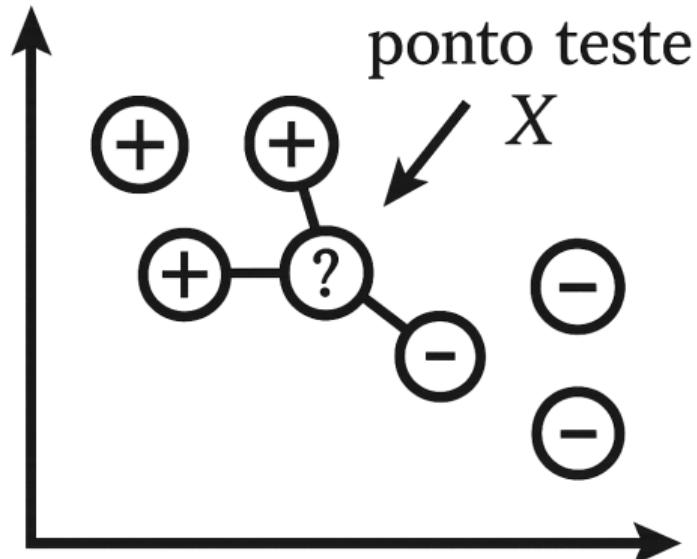
Número do Alimento	Descrição dos alimentos	Umidade (%)	Energia		Proteína (g)	Lipídeos (g)
			(kcal)	(kJ)		
341	Carne, bovina, contra-file de costela, cru	66,4	202	847	19,8	13,1
342	Carne, bovina, contra-file de costela, grelhado	52,2	275	1150	29,9	16,3
343	Carne, bovina, contra-file, com gordura, cru	65,7	206	861	21,2	12,8
344	Carne, bovina, contra-file, com gordura, grelhado	51,7	278	1163	32,4	15,5
345	Carne, bovina, contra-file, sem gordura, cru	69,1	157	655	24,0	6,0
346	Carne, bovina, contra-file, sem gordura, grelhado	57,5	194	810	35,9	4,5
347	Carne, bovina, costela, assada	43,2	373	1561	28,8	27,7
348	Carne, bovina, costela, crus	52,7	356	1497	16,7	31,8
349	Carne, bovina, coxão duro, sem gordura, cozido	58,5	217	906	31,9	8,9
350	Carne, bovina, coxão duro, sem gordura, cru	69,8	148	619	21,5	6,2
351	Carne, bovina, coxão mole, sem gordura, cozido	58,0	219	915	32,4	8,9
352	Carne, bovina, coxão mole, sem gordura, cru	68,6	169	707	21,2	8,7
353	Carne, bovina, cupim, assado	48,4	330	1381	28,6	23,0
354	Carne, bovina, cupim, cru	64,8	221	926	19,5	15,3
355	Carne, bovina, fígado, cru	71,3	141	590	20,7	5,4
356	Carne, bovina, fígado, grelhado	55,0	225	942	29,9	9,0
357	Carne, bovina, file mignon, sem gordura, cru	71,9	143	598	21,6	5,6
358	Carne, bovina, file mignon, sem gordura, grelhado	57,0	220	919	32,8	8,8
359	Carne, bovina, flanco, sem gordura, cozido	62,0	196	818	29,4	7,8
360	Carne, bovina, flanco, sem gordura, cru	72,1	141	592	20,0	6,2
361	Carne, bovina, fraldinha, com gordura, cozida	49,7	338	1416	24,2	26,0
362	Carne, bovina, fraldinha, com gordura, crua	65,4	221	924	17,6	16,1
363	Carne, bovina, lagarto, cozido	57,6	222	931	32,9	9,1
364	Carne, bovina, lagarto, cru	71,0	135	564	20,5	5,2
365	Carne, bovina, lingua, cozida	53,4	315	1318	21,4	24,8
366	Carne, bovina, lingua, crua	65,0	215	901	17,1	15,8
367	Carne, bovina, maminha, crua	70,0	153	639	20,9	7,0
368	Carne, bovina, maminha, grelhada	65,3	153	641	30,7	2,4
369	Carne, bovina, miolo de alcatra, sem gordura, crua	69,5	163	681	21,6	7,8
370	Carne, bovina, miolo de alcatra, sem gordura, grelhado	52,4	241	1010	31,9	11,6
371	Carne, bovina, músculo, sem gordura, cozido	62,8	194	811	31,2	6,7
372	Carne, bovina, músculo, sem gordura, crua	72,4	142	592	21,6	5,5

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)

- Sistemas computacionais interativos que auxiliam o usuário em problemas de decisão, especialmente quando há muitos dados e múltiplos critérios.
- Estrutura típica:
 - ① **Base de dados** – informações relevantes ao problema;
 - ② **Base de modelos** – métodos quantitativos (algoritmos, simulações, etc.);
 - ③ **Interface** – meio de interação entre o decisor e o sistema.
- No trabalho desenvolvido:
 - Tabela TACO em SQLite ⇒ **base de dados**;
 - Algoritmo KNN e pré-processamento ⇒ **base de modelos**;
 - Interface web em React/Expo ⇒ **interface com o decisor**.

Algoritmo K-Nearest Neighbors (KNN)

- Técnica de aprendizado supervisionado baseada em instâncias.
- Para cada nova amostra, busca seus vizinhos mais próximos em um conjunto de exemplos conhecidos.
- 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": 0.6826666666666667,  
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.